

6º SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL

9º SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA

MEMÓRIAS



20-23 fevereiro 2010

Coimbra, Portugal

Maria Fernandes
Mariana Correia
Maria Conceição Lopes
(Coordenadores)

6º ATP
Seminário Arquitectura de Terra em Portugal

9º SIACOT
Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra

Memórias

Coimbra – Portugal
CEAUCP | UC | ESG | FCO | CdT | PROTERRA
2010

BREVE HISTÓRICO 6º ATP | 9º SIACOT

CEAUCP - Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia,
UC – Universidade de Coimbra,
ESG – Escola Superior Gallaecia,
FCO – Fundação Convento da Orada,
CdT – Associação Centro da Terra, e
PROTERRA Rede Ibero-Americana de Arquitectura e Construção com Terra

são os organizadores e anfitriões do 6ºATP - 6º Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal e 9ºSIACOT - 9º Seminário Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com Terra, que se realizará de 20 a 23 de Fevereiro de 2010, em Coimbra, Portugal. Criado em 2003, o seminário de Arquitectura de Terra em Portugal (ATP) tem evoluído de uma forma crescente com a ampla adesão de profissionais, investigadores e académicos. Em 2003 e 2004, o 1ºATP e 2ºATP realizam-se em Lisboa; em 2005, o 3ºATP reúne-se ao 4º SIACOT em Monsaraz; em 2006, o 4ºATP realiza-se em Ouro Preto, Brasil (associa-se ao 1ºACTB, originando o Terra Brasil 2006); e em 2007, o 5ºATP realiza-se em Aveiro. O seminário cresce em dimensão e na abrangência e crescente investigação, adquirindo um espaço importante no estudo e protecção do património, arquitectura, técnicas, construção, conservação e investigação da arquitectura de terra. O seminário ATP abrange igualmente uma maior internacionalização e interdisciplinaridade entre arquitectura e disciplinas, como a engenharia, história, conservação, arqueologia e antropologia. A qualidade das comunicações e o crescente interesse do público e da comunidade científica confirmam a dimensão internacional e o contributo português para o desenvolvimento desta área científica.

OBJETIVOS

Acentuar e alargar o âmbito disciplinar da construção e do património em terra.

Fomentar o debate e a transferência de conhecimentos com vista ao estímulo e à realização de projectos comuns envolvendo a arqueologia, a arquitectura, a engenharia, a antropologia e outras disciplinas que se reconheçam nesta temática.

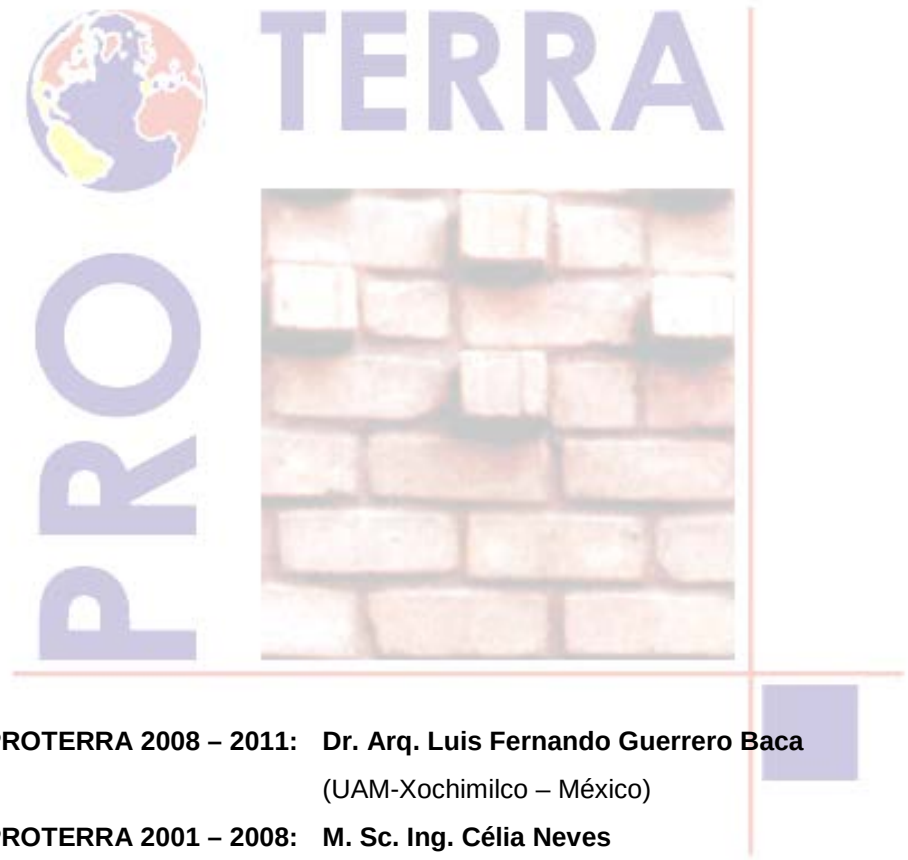
Promover a colaboração universitária no domínio da investigação relativa à construção e conservação da arquitectura em terra. Contribuir para a melhoria na qualidade da construção.

Participar na formação e consequente preparação dos técnicos envolvidos na construção e conservação da arquitectura em terra

Aprofundar e contribuir para o desenvolvimento sustentável à escala local e nacional.

Difundir a arquitectura contemporânea em terra, promovendo o uso de materiais naturais com maior eficiência energética, assim como estratégias para formação local, com maior integração social.

Rede Ibero-americana de Arquitectura e Construção com Terra



Coordinación PROTERRA 2008 – 2011: **Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero Baca**
(UAM-Xochimilco – México)

Coordinación PROTERRA 2001 – 2008: **M. Sc. Ing. Célia Neves**
(CEPED – Brasil)

Conselho Consultivo: (2009 – 2012)
M. Sc. Eng. Célia Neves (Rede TerraBrasil – Brasil)
Dr. Eng. Julio Vargas Newmann (PUCP – Peru)
Arq. Lucía Esperanza Garzón (Colômbia)
Dra. Arq. Mariana Correia (ESG – Portugal)
M. Sc. Arq. Rodolfo Rotondaro (CONICET/UBA– Argentina)

Conselho Científico: (2009– 2012)
Prof. Arq. Hubert Guillaud (CRATerre – França)
Dr. Eng. Marcial Blondet (PUCP – Peru)
Dr. Eng. Obede Borges Faria (UNESP-Bauru – Brasil)
Prof. Arq. Rafael Mellace (UNT – Argentina)
Dr. Arq. Silvio Ríos. (UNA – Paraguai)

Especialistas Colaboradores: (2009– 2012)
Rest. Carolina Castellanos (Consultora UNESCO e ICOMOS – México)
M.Sc. Jeanne-Marie Teutonico (Instituto Getty – Estados Unidos)
Dr. Eng. Obede Borges Faria (UNESP-Bauru – Brasil)
Eng. Mónica Bahamondez (ICOMOS-ISCEAH – Chile)
Nuria Sanz (Oficina de Património Mundial – UNESCO – Espanha)

Breve historia de PROTERRA



PROTERRA, a Rede Ibero-americana de Arquitectura e Construção com Terra é uma organização internacional dedicada à cooperação técnica e científica no âmbito ibero-americano, que reúne especialistas de diferentes países, os quais, voluntariamente, promovem, de modo integrado com as comunidades, diversas ações voltadas ao desenvolvimento da arquitetura e construção com terras em América Latina. A geração e disseminação do conhecimento, assim como a prática construtiva e a preservação da diversidade cultural e do patrimônio material e intangível são objetivos assumidos pelo PROTERRA

PROTERRA surgiu em 2006, criado na conclusão do projeto de investigação temporal de quatro anos patrocinado pelo Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED). O projeto de investigação teve como objetivo incentivar o uso da terra como material de construção na produção massiva de habitações de interesse social, através da transferência de arquitetura e tecnologia de construção com terra para os setores produtivos, bem como a sua possível inserção nas políticas sociais dos países ibero-americanos. Para cumprir seus objetivos, também foram incorporados profissionais da área de conservação, a fim de resgatar e manter viva a tradição e a memória do conhecimento. Ao final do projeto de investigação, havia uma coleção de oito livros impressos e dez publicações digitais.

Com a finalidade de uniformizar uma linguagem internacional, foi elaborada a terminologia sobre técnicas de construção da terra, sob a coordenação do Centro de Investigação da Escola Superior Gallaecia (Ci-ESG). Além das Memórias publicadas nos seminários anuais que realiza, PROTERRA prepara manuais e instruções para oficinas de conscientização e divulgação de técnicas construtivas.

Diferente da maioria das redes, PROTERRA conta com a liderança de um Coordenador, assessorado por um Conselho Consultivo e um Conselho Científico (composto por membros da Rede e especialistas colaboradores). Esses conselhos apoiam a definição de estratégia e atividades, especialmente as de natureza científica.

Objetivos de PROTERRA

Desde a sua criação, PROTERRA buscou, através de vários eventos, relacionar e capacitar profissionais dedicados à arquitetura e construção com terrenos, promovendo sua integração e estimulando a troca de conhecimentos e associações em diversas atividades.

No início, o foco era a habitação de interesse social com terra e a proposta era dispor de um grupo de especialistas ibero-americanos que pudessem dar suporte técnico aos programas de construção desenvolvidos nos vários países. Logo se percebeu que o uso da terra em programas habitacionais de interesse social não se materializaria apenas com a formação de uma equipe internacional de profissionais, uma vez que em cada país já havia profissionais competentes para prestar o suporte técnico necessário. Porém, era necessário estimular e disseminar o uso da terra por meio de outras ações, a fim de apoiar cientificamente a “Arquitetura e Construção com Terra”, mediante a elaboração de um acervo bibliográfico atualizado, adequado às circunstâncias atuais de cada país e região.

Apesar de seu caráter original, orientado para a construção contemporânea, PROTERRA incorporou atividades e profissionais dedicados à preservação do patrimônio, por compreender o forte vínculo entre o conhecimento produzido na construção atual e na restauração e reabilitação de edifícios. É fundamental que tudo isso tenha a base tecnológica desenvolvida que permita construir, resgatar e manter viva a tradição e a memória do uso da terra na construção.

PROTERRA, como uma equipe de profissionais com diferentes especialidades, funciona em forma horizontal, sem hierarquias por título: todos os membros sempre têm muito a contribuir e muito a aprender. As ideias criativas dos jovens profissionais e os desafios das condições de produção questionam direta e saudavelmente os especialistas, forçando-os a refletir, argumentar e propor soluções. Para cada membro do PROTERRA, o intercâmbio possibilita o estímulo no modo de pensar, na evolução de suas investigações, em suas atividades e conhecimentos.

A integração de profissionais em uma rede como PROTERRA busca promover sua integração no campo da ciência e da tecnologia. Além disso, PROTERRA incentiva a formação de redes regionais e de temas específicos para apoiar e aumentar o número de pessoas interessadas em aprender e construir com terra.

Sobre os SIACOTs

O Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com a Terra (SIACOT) visa reunir cientistas, tecnólogos e profissionais que trabalham com arquitetura e construção com terra, desde o seu desenvolvimento histórico até o uso atual deste material. Corresponde ao espaço para discussão acadêmica, mas aberto ao público em geral, onde são avaliados o desenvolvimento de programas científicos e projetos em andamento, bem como o progresso em escala global da disseminação deste tópico.

A recuperação na prática do uso das técnicas antigas, através do conhecimento da conservação e restauração de construções de terra, é útil tanto para a conservação do patrimônio construído quanto para o desenvolvimento futuro. O aprimoramento técnico na construção com terra estabilizada, bem como a busca de uma resposta eficaz aos sismos, têm um impacto tanto no campo da restauração quanto na construção nova.

Esse espaço também permite apoiar a formação de recursos humanos técnicos, tanto em nível profissional quanto artesanal, através da aplicação prática dessas técnicas que permite a reinserção dessas técnicas no atual projeto e construção do espaço humano.



Coordenação Geral do 6ºATP-9ºSIACOT

Maria Fernandes. CEAUCP, CdT e PROTERRA
Mariana Correia. ESG, FCO, CdT e PROTERRA
Maria Conceição Lopes. UC e CEAUCP

Direcção dos Seminários ATP (Arquitectura de Terra em Portugal)

Mariana Correia. ESG, FCO

Comissão Organizadora

Maria Conceição Lopes. UC e CEAUCP
Maria Fernandes. CEAUCP, CdT e PROTERRA
Mariana Correia. ESG, FCO, CdT e PROTERRA
Teresa Beirão. CdT
Luís Fernando Guerrero Baca. PROTERRA

Comissão Executiva

Alice Ruano – Portugal
Ana Meireles, CEAUCP – Portugal
António Marques Silva, CEAUCP, FL/UC – Portugal
Eduardo Carvalho, CdT – Portugal
Marco Mourão, ESG – Portugal
Ricardo Cabral, CEAUCP – Portugal
Susana Sequeira, CdT – Portugal
Teresa Correia, ESG, FCO – Portugal
Tiago Costa, CEAUCP - Portugal

Organização

CEAUCP. Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
UC. Universidade de Coimbra
ESG. Escola Superior Gallaecia
FCO. Fundação Convento da Orada
CdT. Associação Centro da Terra
PROTERRA. Rede Ibero-Americana de arquitectura e construção com terra

Apoios

ICOMOS-Portugal
ICOMOS-ISCEAH
FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia
Reitoria da Universidade de Coimbra
Câmara Municipal de Ílhavo
CONÍMBRIGA – Ruínas, Museu Monográfico
GECoRPA
Vista Alegre
Hotel Astória



Comissão Científica

Ana Velosa, UA – Portugal
Célia Neves, PROTERRA – Brasil
Catarina Pereira, CdT - Portugal
Claudia Cancino, GCI, PROTERRA - Peru
Cláudio Torres, CAM, CEAUCP - Portugal
Carlos Etchevarne, UFBA - Brasil
Carlos Tavares da Silva, Museu Arqueológico de Setúbal/Assembleia Distrital – Portugal
Eduardo Júlio, FCT/UC - Portugal
Fernando Vela Cossio, UPM, PROTERRA - Espanha
Hubert Guillaud, CRATerre, ICOMOS-ISCEAH, PROTERRA - França
Hugo Houben, CRATerre - França
Humberto Varum, UA - Portugal
Isabel Kanan, ICOMOS-ISCEAH, PROTERRA - Brasil
Jacob Merten, ESG, FCO, PROTERRA - Portugal
João Paulo Avelãs Nunes, FL/UC – Portugal
Jorge Alarcão, CEAUCP, UC – Portugal
José Aguiar, FA/UTL, ICOMOS-Portugal – Portugal
Júlio Vargas, PUCP, ICOMOS-Peru, PROTERRA - Peru
Lúcia Garzón, PROTERRA – Colômbia
Luís Fernando Guerrero Baca, UAM-Xochimilco, ICOMOS-México, PROTERRA - México
Luís Gama, CdT - Portugal
Lurdes Craveiro, CEAUCP, FL/UC - Portugal
Maddalena Achenza, ÚNICA, ICOMOS-ISCEAH - Itália
Marcial Blondet, PUCP, PROTERRA - Peru
Márcio Hoffmann, PROTERRA - Brasil
Marco António Penido de Rezende, UFMG, PROTERRA - Brasil
Margarida Donas Botto, CEAUCP, ICOMOS-Portugal – Portugal
Maria Conceição Lopes, FL/UC, CEAUCP - Portugal
Maria Fernandes, CEAUCP, ICOMOS-Portugal, CdT, PROTERRA - Portugal
Mário Varela Gomes, FCSH/UNL - Portugal
Mariana Correia, ESG, FCO, ICOMOS-ISCEAH, CdT, PROTERRA - Portugal
Miguel Mendes, CdT - Portugal
Miguel Rocha, CdT - Portugal
Obede Borges Faria, UNESP-Bauru, PROTERRA - Brasil
Patrícia Lourenço, CdT – Portugal
Paulina Faria Rodrigues, IPS, CdT – Portugal
Paulo Lourenço, UM, ICOMOS-Portugal – Portugal
Pedro Prista, ISCTE – Portugal
Rodolfo Rotondaro, UBA, PROTERRA – Argentina
Rosa Varela Gomes, FCSH/UNL – Portugal
Rosário Etchebarne, PROTERRA – Uruguai
Said Jalali, UM – Portugal
Santiago Macias, CEAUCP, UE – Portugal
Scott Joseph Allen, UFPE – Brasil
Teresa Beirão, CdT - Portugal
Teresa Gonçalves, LNEC – Portugal
Vera Schmidberger, CdT, PROTERRA - Portugal
Vítor Oliveira Jorge, FL/UP, CEAUCP – Portugal

Coimbra, Portugal, 20 a 23 de fevereiro de 2012

6º ATP | 9º SIACOT

Seminário Arquitectura de Terra em Portugal

Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra

Coordenação
Maria Fernandes
Mariana Correia
Maria Conceição Lopes

Diagramação dos artigos, sumário e CD
Jacob Merten

Diagramação da publicação digital
Célia Neves

Organização
PROTERRA. Rede Ibero-Americana de arquitectura e construção com terra
CEAUCP. Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
UC. Universidade de Coimbra
ESG. Escola Superior Gallaecia
FCO. Fundação Convento da Orada
CdT. Associação Centro da Terra

Sugestão para fazer referência a estas Memórias

a) Memórias como um todo

> Fernandes, M.; Correia, M.; Lopes, M. C. (Coords.) (2010). Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, 6; Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra, 9; *Memórias*... Coimbra, Portugal: CEACP/UC/ESG/FCO/CdT/PROTERRA

b) Artigo específico

> Neves, C.; Guerrero Baca, L. F. (2010). Avanços e desafios da Rede Ibero-americana PROTERRA. Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, 6; Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra, 9; *Memórias*... Coimbra, Portugal: CEACP/UC/ESG/FCO/CdT/ PROTERRA

Os critérios e opiniões expressados nos artigos desta publicação são de exclusiva responsabilidade de cada um dos autores

SUMÁRIO

Apresentacão

Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto

Escola Superior Gallaecia / Fundação Convento da Orada

Associação Centro da Terra

PROTERRA Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra

Comité Executivo do ISCEAH

Tema 1 - Arqueologia, Arte e Antropologia

Estruturas em terra no megalitismo português: uma perspectiva historiográfica
Goreti Sousa

Espaços e arquitecturas em Tell Beydar: campanha de escavações de 2009
Ana Margarida Vaz, André Tomé, Ricardo Cabral, Tiago Costa

Terras coradas em Portugal: da fonte da matéria-prima à produção de pigmentos terra nacionais (sécs. XVIII ao XX)
Milene Gil

A synopsis review of earthen archaelogical heritage
Mariana Correia

Construções em terra da época augustana na capital de *civitas Igaeditanorum* (Idanha-a-Velha, Idanha-a-Nova, Portugal)
Pedro C. Carvalho

Da arquitectura para a escultura, a terra como uma busca de sentidos
Virgínia Fróis

Tema 2 – Patrimônio e Conservação

Kanji: the conservation manual
Mauro Bertagnin, Désirée De Antoni, Giulia Bravo, John Harrison

O património mundial de origem portuguesa em terra
Ana Paula Amendoeira

La casa Jorge Isaacs en Ibagué – Colombia. El proyecto de conocimiento
Olimpia Niglio

Las iglesias del Altiplano: un modelo de fusión entre el mundo hispánico y andino
Natalia Jorquera Silva

Patrimonio industrial en tierra cruda: la salitrera de María Elena, un modelo constructivo mixto
Natalia Jorquera Silva

After the flood: devastation of the traditional earthen architectural landscape in the Hadhranaut Valley of Yemen; Can mudbrick buildings be more resistant to the climate change?
Pamela Jerome

Sistema de reparación en fábricas históricas de tapial
Jacinto Canivell, Paul Jaquin, Charles Augarde, Christopher Gerrard

Damage in historic rammed earth structures: a case of study at Ambel, Zaragoza, Spain
Paul Jaquin, Jacinto Canivell, Charles Augarde, Chris Gerrard

Subsídios metodológicos para identificar paisagens em áreas de arquitetura de terra
Maria Isabel Kanan

La bóveda de bahareque de la Iglesia de San Ignacio en Bogota
Cecilia López Pérez

Conservation and the evolutions of a society, the example of Ghadames, Libya
Yann Damiani, Grégoire Paccoud

Architectures of earth in Calabria
Ettore Pelaia

The renovation plan for Ksar Zenaga in the Figuig Oasis, Marroco
Ianira Vassallo

Earthen beehive domes of the Northen Syria
Saverio Mecca, Letizia Dipasquale

En busca del patrimonio construido
Carlos Alberto Díaz Riveros

Experts workshop on the study and conservation of earthen architecture in the Mediterranean Region
Maddalena Achenza, Claudia Cancino, Mariana Correia, Amilla Ferron, Hubert Guillaud

Damage assessment of historic earthen sites after the 2007 earthquake in Peru
Claudia Cancino, Stephen Farneth, Julio Vargas-Neumann, Philippe Garnier, Frederick E. Webster

Grouting as a mean for repairing earth constructions
Rui A. Silva, Luc Shueremans, Daniel V. Oliveira

Reforço de paredes de adobe: caracterização experimental de uma solução de reforços sísmico
António Figueiredo, Humberto Varum, Aníbal Costa, Miguel Santos

Caracterización de los materiales y sistemas constructivos de tierra en la ciudad prehispánica de La Joya, Veracruz, México
Annick J. E. Daneels, Luis Fernando Guerrero Baca, Rubén Salvador Roux Gutiérrez

Apropriação como elemento essencial na revitalização de monumentos históricos
Alexandre Mascarenhas, Mônica Godoy, Sara Ferreira Rojas

Characterization of adobe blocks from Burgos
Ana Velosa, Humberto Varum, Maria Sáez

Intervención de monumentos históricos construidos en tierra: el valor patrimonial entendido como un todo, paisaje, comunidad, arquitectura
Patricio Arias Cortés, Natalia Jorquera, Lia Karmelic

La intervención del patrimonio edificado en tierra en áreas sísmicas y las cartas de conservación
Julio Vargas Neumann, Marcial Blondet, Carlos Iwaki

Arquitectura vernácula de adobe em Portugal: estratégias para sua conservação futura

Maria Fernandes

Hacia una revalorización de la arquitectura en tierra de la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro, México

Francisco Méndez Flores, W. Martínez-Molina, E. M. Alonso-Guzmán, F. A. Velasco-Ávalos, A. A. Torres Acosta, C. Lara Gómez, H. L. Chávez García, J. A. Bedolla Arroyo

Restauración y mantenimiento del patrimonio de tierra

Graciela María Viñuales

Criterios para la conservación, rehabilitación de la arquitectura tradicional y para la construcción de nuevos edificios en ámbito de alto valor etnográfico

José Luis Sáinz Guerra, Félix Jové Sandoval, Alicia Sáinz Esteban, Mónica del Río Muñoz

Fichas de inventário: SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão) do IPHAN – Estudo de caso em patrimônio rural

Sandra Cristina Fernandes Martins, João Adriano Rossignollo

Aprendizaje de la técnica tradicional del adobe en los pueblos bereberes aplicado a la conservación y restauración de morteros del Ksar de Ait Ben Haddou

Isolina Díaz Ramos

Tema 3 - Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento

Avaliação experimental de resistência à compressão excêntrica de paredes de blocos intertravados do solo-cimento

João Batista Santos de Assis, Eduardo Chahud, Paulo Santos Assis

A utilização da cortiça em paredes de adobe, contexto histórico e perspectivas futuras

Joana Guerreiro da Silva, Clara Pimenta do Vale

La eficiencia energética de los materiales tradicionales. La construcción con tierra

Marta Molina Huelva

Traditional, vernacular and newly developed construction technologies applied to the slave descendent women clam gathers community of Povoação de São Lourenço in Pernambuco, Brazil

Plínio Santos-Filho, Carla Andrade Reis, Antônio Gomes dos Santos Filho, Leandro Leonel de Medeiros, Euma Leônidas Gomes, Malthus Oliveira de Queiroz

A taipa de mão em Teresina, Piauí, Brasil: a improvisação e o uso de procedimentos construtivos

Wilza Gomes Reis Lopes; Thaís Márjore Pereira de Carvalho; Karenina Cardoso Matos; Sandra Selma Saraiva de Alexandria

Análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmicos utilizados na construção civil do sudeste brasileiro

Luciana Nunes de Magalhães

The materials utilized in the earthen buildings sited in the Drâa Valley (Marocco): mineralogical and mechanical characteristics

Eliana Baglioni, Fabio Fratini, Luisa Rovero

Traditional building techniques of the Drâa Valley, Marocco

Eliana Baglioni; Saverio Mecca; Luisa Rovero; Ugo Tonietti

Determinación de fraguado de morteros de cal mediante fenolftaleina

Cecilia López Pérez, Crispín Celis

Test on the architecture of adobe in Calabria

Ettore Pelaia

Terra crua como sistema construtivo no Estado do Ceará, levantamento das construções em adobe na região norte do Estado

Ricardo Marinho de Carvalho, Humberto Varum, Alexandre Araújo Bertini

Análise comparativa do processo de elevação da parede em adobe de duas habitações rurais. Casos: assentamentos rurais Pirituba II e Sepe-Tiaraju – São Paulo – Brasil

Mauricio Guillermo Corba Barreto; Rafael Torres Maia; Rosana Rita Folz; Akemi Ino; Ioshiaqui Shimbo

Optimização do desempenho de construção em terra com recurso a bio-polímeros

Rute Eires, Aires Camões, Said Jalali

Vocational training for clay plaster in Europe: a growing network and pedagogical and administrative tools to help dissemination of competence and recognition of learning outcomes

Lydie Didier, Alexandre Douline, Uta Herz, Burkard Rüger

Las geomallas como refuerzo sísmicos de viviendas de tierra

Daniel Torrealva Dávila, Patricia Santillán Ramírez, Julio Vargas Neumann, Mario Solís Muñiz

Estudo do material terra aplicado na construção de tabique existente no Alto Tâmega

Armando Cepeda, José Lousada, José Vieira, Humberto Varum, Pedro Tavares, Lisete Fernandes, Jorge Pinto

Estrategias morfológicas de diseño sismo resistente para la construcción contemporánea en tierra portante

Macarena Gaete Cruz

A casa de taipa no litoral sul de Alagoas: registros escritos e visuais

Maria Angélica da Silva, Melissa Mota Alcides, Alice Mesquita Jardim

Aprender a construir com terra através da andorinha-dos-beirais

Bruno Silva, Fernando Nunes, Pedro Tavares, José Correia, Humberto Varum, Jorge Pinto

Avaliação de proposta de metodologia para caracterização física e mecânica de adobes

Obede Borges Faria, Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Guilherme Conte Pedreira, Jeison Roberto do Nascimento Silva

Uma proposta de aplicação de materiais sustentáveis em habitação de interesse social

Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Obede Borges Faria, Ivaldo Domenico Valarelli, Lívia Ferraz Damasceno

“Un techo pa’todos” – transferencia tecnológica con tierra. La universidad como espacio de formación con paradigmas sostenibles en Colombia

Lucia Esperanza Garzón

Construction of safe and healthy adobe houses after Pisco 2007 earthquake in Peru

Marcial Blondet, Julio Vargas, Alvaro Rubiños

Construção e finalização da casa de apoio do Projeto Crescer: perdas e ganhos

Rosana Soares Bertocco Parisi, Glacir Teresinha Fricke, Esther Aparecida Cervini, Eliana Marcon Tramontina, Alkemarra de Paula Leite, Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha, Maycon Douglas Costa, Wellington Gouveia Barroso

Avaliação da influência da absorção de água por capilaridade nas propriedades mecânicas do adobe na região de Aveiro

Tiago Martins, Humberto Varum, Aníbal Costa

Análise do conforto térmico de unidades de habitação de interesse social construídas com alternativas tecnológicas

Glacir Teresinha Fricke, Rosana Soares Bertocco Parisi, Esther Aparecida Cervini, Jane Tassinari Fantinelli, Ricardo Victor Rodrigues Barbosa, Gabriel Castañeda Nolasco, Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha, Maycon Douglas Costa, Renata Duarte Garcia

Levantamento e caracterização do parque edificado em adobe na cidade de Aveiro

Dora Silveira, Humberto Varum, Aníbal Costa, Emília Lima

Avanços e desafios da Rede Ibero-americana PROTERRA

Célia Neves, Luis Fernando Guerrero Baca

O solo para construções em terra crua: um estudo de caso

Geraldo Bezerra Araújo, Emerson de Andrade Marques Ferreira, Sandro Fábio César

Módulo de elasticidad dinámico en especímenes de adobe estabilizado con minerales

W. Martínez-Molina, E. M. Alonso-Guzmán, F. A. Velasco-Ávalos, A. A. Torres Acosta, F. Méndez Flores, C. Lara Gómez, H. L. Chávez García, J. A. Bedolla Arroyo

Ensaios de avaliação da durabilidade das construções em terra

Fernando Torgal, Said Jalali

Tema 4 - Arquitectura Vernácula e Contemporânea

O arquivo municipal de Ferreira do Alentejo – Edifício público de construção sustentável

Edeltraud Vera Schmidberger

Cabanas de materiais vegetais na Herdade da Comporta – Tradição construtiva e novas abordagens

Patrícia Bruno, Paulina Faria Rodrigues

Um olhar sobre a construção em adobe na Freguesia de Requeixo – Aveiro

Joana Maia, José Aguiar

Earthen architecture and sociocultural challenges

Hubert Guillaud, Hugo Houben

Thermal performance and environmental impact of contemporary earth architecture in Portugal

Célia Macedo, Smita Chandiwala

Experiencias de arquitectura con tierra en Bolivia y Japón

Shinichiro Takahashi

As tipologias habitacional tradicionais no Vale do Drâa, Marrocos: a casa pátio

Eliana Baglioni, Saverio Mecca

Construção com terra do 'Centro Ambiental de Cabaços - terra, vento, fogo e água'

Ricardo Pires

Arquitetura vernácula no Brasil. Um estudo sobre tipologia e sistema construtivo na zona rural do Estado de Minas Gerais

José Euzébio Costa Silveira

Sistemas construtivos de raiz tradicional em Moçambique: uma abordagem

Margarida Donas Botto

Arquitectura de terra e tragédia

Eduardo Carvalho, Francisco Freire, Luís Gama

A criança e a construção com terra: uma experiência gratificante

Rosana Soares Bertocco Parisi, Esther Aparecida Cervini, Glacir Teresinha Fricke, Eliana Marcon Tramontina, Alkemarra de Paula Leite, Wellington Gouveia Barroso, Camila Caroline Santos de Souza

Arquitectura de terra – investigação e caracterização de edificações em adobe no Concelho de Murtosa

Sara Silva, Humberto Varum, Daniel Bastos, Dora Silveira

Innovación tecnológica de construcción en tierra

Patricio Arias Cortés

Construções de taipa de sopapo e de adobe no Estado do Piauí: investigação e análise

Sandra Selma Saraiva de Alexandria; Wilza Gomes Reis Lopes

Habitat doméstico bioclimático de interés social en tierra

Beatriz Garzón, Edgardo Mele, Liliana de Benito

Earth construction in the Netherlands

Charles Thuijls

A aldeia da Trindade e a construção em taipa

Maria Eleonora Silva, João Vieira Caldas

A fase de transição do sistema construtivo contemporâneo do movimento moderno

Alice Ruano, Aníbal Costa, Humberto Varum

Estepa: nuevas estrategias para encantar con la tierra

María Brown Birabén

Abertura do 6ºATP-9ºSIACOT

CEAUCP

Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto, Unidade I&D 281 da FCT, Fundação para a Ciência e a Tecnologia

A terra nas suas múltiplas superfícies é laboratório de muitas disciplinas.

A Arqueologia indaga na sua epiderme a experiência das sociedades do passado e na superfície traços dessa experiência onde as paredes e os edifícios construídos ganharam forma e estatuto.

A disponibilidade da terra como material estrutural responde pela sua utilização ao longo dos tempos e a sua flexibilidade e potencial de manipulação tecnológica pela variada e às vezes complexa utilização.

No debate multidisciplinar que a pesquisa e a compreensão dos usos e do primor que as sociedades foram conferindo a este património primordial, cruzam-se, actualmente, intervenientes de saberes vários.

Neste pertinente diálogo, em que se reflecte sobre a terra e a terra crua como material, as tecnologias e as morfologias, o espaço e o tempo, e as outras circunstâncias e factos que uma análise onde se convocam saberes para compreender o homem e o seu génio oportuno e prodigioso não prescinde de convocar, o Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto, tem a construir um grupo de investigação e a associar em projectos arqueólogos que escavam estruturas em adobe (equipa de Tell Beydar, Síria) e arquitectos que estudam os materiais tradicionais do ponto de vista da sua constituição tecnológica, para tomarem parte dessa iniciativa de construção de um conhecimento plural. Acerca da terra.

Maria da Conceição Lopes
Coordenadora Científica do CEAUCP

ESCOLA SUPERIOR GALLAECIA
FUNDAÇÃO CONVENTO DA ORADA

A sexta edição do *Seminário Arquitectura de Terra em Portugal (ATP)* reúne-se à nona edição do *Seminário Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com Terra (SIACOT)*, materializando-se em 2010, em Coimbra, o 6ºATP-9ºSIACOT.

O seminário ATP iniciado em 2003, pela Escola Superior Gallaecia e pela Fundação Convento da Orada, tornou-se um evento relevante no conhecimento e valorização da arquitectura de terra em Portugal. Ao longo dos últimos sete anos, o seminário ATP cresceu em termos de participação académica e institucional. Tornou-se um activo espaço interdisciplinar, o que tem permitido aprofundar a reflexão e estreitar a investigação entre disciplinas. Tem igualmente contribuído para uma estratégia de difusão do conhecimento, a nível internacional, como foi o caso do 4ºATP e será do 7ºATP.

No seguimento do sucesso do 5ºATP, em Aveiro, no qual a investigação entre arquitectura e engenharia foram consolidadas, tornou-se evidente e mesmo essencial, estreitar o conhecimento entre arquitectura de terra e arqueologia. O diálogo já se tinha iniciado em 2006, com *Terra: Forma de Construir,* mas seria na organização do 6ºATP, que se estabeleceria o aprofundamento necessário para substanciar a investigação contínua interdisciplinar. Pelo que a Escola Superior Gallaecia e a Fundação Convento da Orada endereçaram convite ao CEAUCP para receber em Coimbra o 6ºATP, visto o CEAUCP, como unidade de investigação de excelência, ter vindo a reconhecer e valorizar a importância do património arqueológico de terra. O convite endereçado ao CdT para a realização da oficina em Conímbriga, consolidaria a plataforma de diálogo. A importância da abordagem levou a propor-se ao PROTERRA, reunir-se à co-organização do evento, constituindo-se deste modo, o 6ºATP-9ºSIACOT.

Os seminários ATP e SIACOT tornaram-se assim, uma plataforma de intercâmbio do conhecimento de arquitectura e construção com terra. O consistente percurso realizado pelos dois seminários é evidenciado pela maturidade da investigação apresentada, quer a nível científico como técnico. A qualidade das comunicações e o crescente interesse do público e da comunidade académica e profissional, confirmam a dimensão internacional (com a participação de autores de 18 países), dimensão Ibero-Americana (autores de 10 países) e o contributo português para o desenvolvimento desta área científica.

Neste âmbito, o trabalho contínuo e consistente foi distinguido pela atribuição à instituição universitária da chancela *UNESCO Chair - Arquitectura de Terra*. A ESG e a FCO renovam o seu empenhamento na investigação e no conhecimento, no âmbito do seu projecto científico, cultural e pedagógico.

Mariana Correia
Conselho de Direcção da Escola Superior Gallaecia (ESG)
Conselho de Administração da Fundação Convento da Orada (FCO)

CdT – ASSOCIAÇÃO CENTRO DA TERRA

2010 surge como o ano em que a Associação Centro da Terra (CdT) atinge um dos seus mais perseguidos objectivos: dispor de sede própria! Como se isso não bastasse, assiste-se também à realização do Seminário 6º ATP designado "TERRA em SEMINÁRIO 2010"! Esta feliz conjugação de eventos, mais que um acaso, revela o crescente interesse e reconhecimento que a Arquitectura de Terra tem vindo a ter em Portugal, ao mesmo tempo que Portugal tem vindo ele próprio a ser reconhecido como um país credível neste domínio. É uma longa caminhada que celebra em 2010 os seus 20 anos, posto que 1990 foi o ano em que Portugal se candidatou, com êxito, à organização da 7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e a Conservação da Arquitectura de Terra "TERRA 93". Se, de alguma forma, "TERRA 93" marcou a entrada de Portugal neste campo tão fascinante quanto cheio de futuro, o evento "Terra em Seminário" poderá assinalar a sua maioridade. A prová-lo estão as mais de setenta comunicações previstas, provenientes dos quatro cantos do Mundo! O material "Terra" e as técnicas associadas estão, definitivamente, a deixar de ser considerados como matéria histórica, ultrapassando os limites da catalogação e da investigação teórica. A Terra é cada vez mais considerada como um material de construção presente e futuro. Neste seminário, como testemunho do que acaba de ser afirmado, mais de um terço das comunicações estão classificadas sob o tema "Técnicas, construção, investigação e desenvolvimento". Aproxima-se a passos largos o momento em que reivindicar para o material "Terra" o estatuto de material de construção de pleno direito já não será entendido como uma utopia mas como uma constatação de um facto. A Terra está a deixar de ser o "parente pobre e velho" da indústria da construção para passar a ser membro de pleno direito dessa mesma indústria e, enquanto tal, parte integrante do esforço para erradicar a questão da habitação do Mundo. Às novas exigências em matéria de conservação de energia, a terra responde como um dos melhores materiais possíveis. É urgente submeter a terra nas suas diversas técnicas de utilização, a testes credíveis e consistentes nesta área. As capacidades de resposta da terra (humidade, condutividade térmica, etc.) são tão ricas e complexas que têm de ser entendidas sob o ponto de vista do conforto interior alcançado e não como uma forma de alcançar, isoladamente, todos os parâmetros parciais exigidos aos materiais que correntemente se usam com estes fins. Às preocupações com o combustível consumido na elaboração dos materiais de construção (um dos grandes consumidores de petróleo e gás), a terra responde com um gasto Zero! Findo o seu ciclo de vida, a terra não apresenta resíduos nem materiais nocivos ao ambiente e pode ser, se necessário, reprocessada e reutilizada. A sua abundância torna-a no material mais universal e sustentável de todos. Além do mais, a sua disponibilidade por todo o Mundo fazem dela um material que não é necessário transportar. É evidente que a terra é um material com limitações mas até agora, não existe um único material que não as tenha. É por isso que, tal como acontece com os outros materiais de construção, a constante investigação sobre a terra é uma necessidade. Assim, cada dia se saberá mais e melhor como ela poderá ser utilizada. Os frutos já começam a ser visíveis, revelando um material melhor ainda que as melhores expectativas. Há alguns anos, colocava-se a pergunta se a terra era um material de futuro. É! E se dúvidas houver, os sete mil anos que já leva de vida útil responderão, com segurança, por esse futuro!

Fernando Pinto
Presidente da Assembleia-Geral da Associação Centro da Terra

Red Iberoamericana PROTERRA

Resulta paradójico que a pesar de que la existencia de la arquitectura de tierra tenga raíces tan profundas que se nutren de los estratos más antiguos de la civilización, la realización de foros académicos dedicados a su análisis y difusión sea tan reciente.

Mientras que el estudio sistemático de otras disciplinas de la cultura, así como de diversos campos de la edificación tienen muchas décadas de desarrollo, el ámbito específico de la tierra cruda utilizada como material constructivo es bastante joven pues los congresos internacionales dedicados a su estudio no rebasan el medio siglo.

El caso específico de los *Seminários de Arquitectura de Terra em Portugal* (ATP) así como los Seminarios Iberoamericanos de Construcción con Tierra (SIACOT) son todavía más recientes pues su desarrollo apenas llega a su primera década.

Sin embargo, este relativo retraso en la exploración metódica de la arquitectura térrea tiene la ventaja de que permite contar con un vasto campo de acción en el que casi cualquier aproximación conceptual resulta una aportación, pues el perfil de su conformación está apenas esbozado. Por otra parte en la actualidad es posible contar con las herramientas que han sido empleados con éxito en otras esferas disciplinares de manera que se aplican medios de aproximación cognoscitiva de probada eficacia.

La realización de este *VI Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal* (VI ATP) en vinculación con el IX Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (IX SIACOT) permite dar cuenta de los avances que se han logrado en la región en las ramas referentes al estudio de la arquitectura de tierra que fue creada en el pasado, en sus procesos de valoración y conservación patrimonial y, sobre todo, en la aplicación de los conocimientos generados hacia el diseño contemporáneo.

América Latina, España y Portugal poseen un acervo edificado que no sólo es valioso para la región por ser parte de su cultura material, sino que además es una muestra de la manera en que a lo largo de milenios las sociedades han podido desarrollarse de manera armónica con el medio natural, dando soluciones específicas a necesidades de contextos geográficos sumamente diversos. Estas lecciones se vuelven fundamentales no sólo para nuestro ámbito geográfico sino para todo el mundo, en un momento en que a nivel global se está teniendo que enfrentar un cambio de paradigma de desarrollo, en el que se ponen en entredicho el consumo de los recursos naturales y se vuelve la mirada hacia las soluciones que han probado su sostenibilidad a lo largo de su historia.

Los miembros de la Red Iberoamericana PROTERRA estamos convencidos de que la pervivencia de la edificación con tierra tiene mucho que aportar a la conservación del planeta por lo que las exposiciones de resultados de investigación que se publican y las discusiones que se realizan en estos seminarios regionales, se convierten en fuente de conocimiento de valor inigualable.

Es por esto que nos llena de satisfacción la realización de un seminario más porque es la prueba de la continuidad de nuestras acciones y nos permite seguir consolidando con nuestros pasos el camino andado.

Luis Fernando Guerrero Baca
Coordinador de la Red Iberoamericana PROTERRA

The ICOMOS International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage (ISCEAH): History, Aims and Objectives

John Hurd and Pamela Jerome
ICOMOS ISCEAH
International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage
E-mail: john.hurd@icomos.org ; E-mail: pamela.jerome@gmail.com
Website: http://isceah.icomos.org/

During the 1970s, the conservation world started to awaken to the need for sharing of experience, and unification of both ethical and technical approaches to the conservation of earthen structures. At this time, unfired earthen subsoil was estimated to be the most common building material on the planet with perhaps half of the world's structures, especially vernacular structures, being made in the material. At the time of this re-awakening, most of the work and research was being undertaken by individuals, often isolated.

In November 1972, interested experts organised a colloquium titled the First Colloquium on the Conservation of Adobe. This was held in Yazd in Iran, a city substantially constructed of earth. The colloquium was supported by the International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) and ICOMOS Iran.

In March 1976, Yazd hosted a second meeting with similar sponsorship, which gathered together a large international attendance. It was resolved that the two meetings should expand into a regular series of meetings.

The next in the series evolved into a symposium, held in March 1980 in Ankara, Turkey and organised by ICOMOS Turkey with the International Council of Museums (ICOM) as an additional supporter. At this symposium, the focus, while still revolving around adobe, included earth plasters and mortars together with the first discussions on earthen moveable heritage including oriental sculpture.

The fourth meeting, held in 1983 at Lima and Cuzco in Peru, expanded the topic further and included a training workshop on the conservation of adobe structures. Both UNESCO and UNDP became more strongly involved and engaged.

1987 saw a major advance in the international study of earthen structures and organisation of conservation with the creation of an ICOMOS specialist International Scientific Committee (ISC), which was called the International Committee for the Study and Conservation of Earthen Architecture. Dr. Cevat Erder (Turkey, 1987-1990), who instigated this initiative, was elected as the first President.

The declared goals and purpose of this committee were:

- Promote studies on the optimisation of earthen architectural techniques, giving the fact that preservation also includes those technologies themselves.
- Promote studies on the effects of earthquakes in earthen architectural structures.
- Promote national specialised sub-committees on earthen architecture.

- Promote the publication by all means (printing and internet) of material about the subject.
- Promote regional courses on earthen architecture.

The fifth meeting held at Rome in 1987, this time titled ”International Meeting of Experts on the Conservation of Earthen Architecture”, was supported by ICCROM and CRATerre, and for the first time was fully held under the aegis of ICOMOS ISC Earth. This meeting was followed by a number of regional meetings over the next few years.

The sixth meeting held in Las Cruces, New Mexico, USA, was the first international conference to have the official title “Adobe 90”. (“Adobe” had become an unofficial title over the years.) The meeting was supported by the US National Park Service, South West Region and consolidated the aegis of ISCSCEA, whose aims and function remained unchanged. At this meeting, the Presidency of ISCSCEA passed on to Alejandro Alva Balderrama of Peru (1990-1996). Alva’s presidency saw increased co-operation with institutions around the world, and also provided the committee a strong set of statutes, felt at the time to bring the ISC into accord with new ICOMOS ISC principles, written at a meeting held in Eger, Hungary, which became known as the Eger Principles. The Eger Principles encouraged wider and more accessible membership of all the ISCs, and a greater degree of accountability.

The seventh international meeting in 1993 was held in Silves in Portugal and was organised by Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (D.G.E.M.N) with the support of the Gaia Project (ICCROM/CRATerre-EAG). This conference represented a subtle change which was reflected in the change of name from “Adobe” to “Terra 93”. This new name assisted the widening of the range of interest in the conference to include all aspects of the use of earth in cultural heritage, including adventures into less tangible aspects of the earthen traditions. The name “Terra” survives today and Silves initiated the full tradition of the Terra conference series.

In 1996, the Presidency of ISCSCEA passed to Fernando Pinto (Portugal, 1996-1999). Pinto was elected in response to the success to his organisation of Terra 93.

There was a long period of regional conferences around the world which led to the eighth conference, Terra 2000, held at Torquay in the United Kingdom with support from many of the former institutions and including English Heritage and the University of Plymouth. The ICOMOS ISC retained the aegis.

The ninth conference in 2003 saw a return to the original venue, Yazd in Iran, supported by GCI, CRATerre-ENSAG and joined by the Iranian Cultural Heritage and for the first time UNESCO. This time the conference occurred without the aegis of ICOMOS, as ISCSCEA had fallen into complete inactivity.

Several members of ISCSCEA struggled to keep the Committee alive, following a difficult meeting of all interested parties convened by the international president of ICOMOS, Dr. Michael Petzet, at the Yazd conference.

As a result of an ICOMOS ISC retreat in 2004 at Bergen, Norway, the ICOMOS International Executive, for the first time in its history, used extraordinary powers to close down the inactive ISCSCEA. John Hurd (UK) and Pamela Jerome (USA) were appointed to reform the earthen architecture committee. They gathered a task team of several

surviving members and a group of approximately twenty colleagues were selected through peer recommendation to reconstitute the Committee. The new committee met for the first time at the 15th General Assembly of ICOMOS in Xi-an, China,

After a profound and perhaps, for the authors, moving process of positive and strongly motivated communication, which was happily free of recrimination and blame, a new committee was formed under a new name, the ISC on Earthen Architectural Heritage (ISCEAH). It was made clear that this committee included within its brief, all aspects of earthen cultural heritage, architectural including modern use of earth, archaeological, moveable heritage, cultural landscapes and intangible heritage.

In 2006 elections were held and the following officers were elected:
President, John Hurd. (UK ICOMOS)
Vice President, Pamela Jerome. (US/ICOMOS)
Secretary, Mary Hardy. (US/ICOMOS, GCI)

Statutes were drafted and adopted. New members were solicited and accepted.

The goals of ISCEAH have advanced somewhat from the original visions of the 1980s and are:

« *The goals and expectations of ICOMOS for ISCEAH are that of an ISC: to maintain broad membership, carry out scientific inquiries, specialized studies, and to share information thereby contributing to the development of better practice and methods for the protection and conservation of the world's earthen architectural, archaeological and cultural landscape heritage. ISCEAH shall encourage the participation of any person who plays an important role in shaping, maintaining and conserving both the material and traditional knowledge (intangible heritage) of the earthen architectural, archaeological and cultural landscape heritage. Therefore, in addition to worldwide representation within ICOMOS, ISCEAH shall permit master masons and earth crafts persons to participate on the Committee at several levels in accordance with principles set forth in ISCEAH Statutes ».*

The committee developed a website created by Escola Superior Gallaecia and elected to organise debate and research by the formation of five themed working groups each with its own discussion forum:

1) Conserving and studying the standing, and perhaps in use, architectural heritage;
2) Conserving and studying the earthen archaeological environment;
3) Co-operating in the process of understanding the historic/traditional techniques of earthen structures through research into materiality, including its impact on new earthen construction;
4) Researching the contribution of earthen architectural heritage to cultural landscapes and its relation to the intangible heritage and living traditions; and
5) Researching ancient/historic a-seismic techniques and using these in addition to current research to inform retrofitting of existing structures and appropriate new construction.
Within these groups, new ground is being broken especially in the inclusion of topics like cultural landscapes and intangible matters, and the work continues to thrive with a series of regional conferences and events and an ever expanding membership.

The tenth Terra conference in 2008 was held in Bamako, Mali, organized by GCI and the Mali Ministry of Culture, with the support of UNESCO and CRATerre-ENSAG. This event was the largest conference yet organised with some 400 delegates attending, and again returned under the aegis of ICOMOS ISCEAH. The organisation by the Getty Conservation Institute and the government of Mali continued the quality of all other conferences in the Terra series. Terra 2008 was the first international earth conference to be held in Africa.

With the ICOMOS ISC retreats (Zimbabwe, Bergen and Xi'an), a revised version of the Eger Principles developed in order to open the ISCs in a refreshing and accessible way. This review led to the Eger-Xi-an Principles, which were formally adopted at the 15th ICOMOS General Assembly in Xi'an, China in 2005.

The membership of ISCEAH continues to expand and, at the time of writing, has almost 70 members representing some 28 countries; both of these numbers continue to grow.

In 2009, the triennial duty for the election of officers was observed with John Hurd being re-elected as President, Pamela Jerome re-elected as Vice President and Molly Lambert elected as Secretary.

As a synthesis of this brief history, it is encouraging to realise that several of the original founders of the ISC and members throughout its history still belong to the committee. In addition, many of the numerous names associated with the committee continue to remain actively involved despite lack of committee membership.

It is also encouraging that the topic grows in interest and understanding, and that in the 25 years or so since the committee's inception, the study and research into earthen heritage, and the tendency towards revival of the material as a sustainable future for architecture, grows and prospers.

The authors wish to remember the many individuals, perhaps particularly past officers of the ISC Earth, who have made valuable contributions to the evolution of the International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage, certainly a "muddy" pantheon!

Especially, the authors recall the many institutions that have contributed and nurtured the growth of the study and conservation of earthen structures. They are too many to name here, but continued support from UNESCO, (where a new 10-year research program into earthen heritage, World Heritage Earthen Architecture Programme (WHEAP) has recently developed), ICCROM, ICOM, GCI, CRATerre-ENSAG and others are central to the awareness raised during the past 25 years, that continues to grow both in understanding and complexity.

This paper concludes on the very positive note that the eleventh Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage is now in preparation, to be held in Lima, Peru in 2012 (Terra 2012). Please make a point of attending this event, thereby making your personal contribution to the continuing history of ISCEAH.

Curriculum

John Hurd has worked in Conservation since 1978. International Conservation Director, for Global Heritage Fund. President of the ICOMOS International Scientific Committee for Earthen

Architectural Heritage. [ISCEAH]. President of the ICOMOS Advisory Committee. Ex-officio member of the ICOMOS International Executive Committee. Honorary Visiting Fellow, Department of Archaeology, University of York. UK. Fellow of the Society of Antiquaries of London. Many publications and papers. Lectures widely.

Pamela Jerome, AIA, LEED AP is a registered architect and partner with WASA/Studio A, a New York City architecture and engineering firm. She is an Adjunct Associate Professor at Columbia University's Graduate School of Architecture, Planning and Preservation. Ms. Jerome is vice president of ICOMOS ISCEAH, and an officer of ICOMOS's Scientific Council. She is US/ICOMOS's liaison to the APT board. She has consulted on cultural property conservation in the US, Mediterranean, Black Sea and Middle East.



Arqueologia, Arte e Antropologia



ESTRUTURAS EM TERRA NO MEGALITISMO PORTUGUÊS: UMA PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA

Goreti Sousa
CICRA – Centro de Construções Rurais e Ambiente
Escola Superior Gallaecia
Largo das Oliveiras, 4920-275 Vila Nova de Cerveira
Tel. (+351) 251 794 054 Fax. (+351) 251 794 055
E-mail: goreti.sousa@gmail.com

Tema 1: Arqueologia, Arte e Antropologia
Palavras-Chave: Arquitectura em terra, Pré-História, Tumulus.

Resumo
Durante os primeiros séculos da arqueologia portuguesa foi grande o interesse pelo estudo das origens através de monumentos e ruínas, mas só ao longo do século XIX se assiste ao crescente interesse pela pré-história numa perspectiva científica. Mais precisamente foi na segunda metade desse século que se registam os principais avanços metodológicos e interpretativos.

Esta foi também uma fase, de grande interesse pelo megalitismo, em que a necessidade de traçar tipologias de monumentos leva a que se estudem todos os elementos construtivos do mesmo. Pela primeira vez os investigadores portugueses olham para além das monumentais câmaras pétreas e prestam atenção aos elementos em terra.

Ao contrário de simples amontoados de terra, subsidiários de estruturas pétreas de grande porte, os *tumuli* passam a ser encarados como verdadeiras construções estruturadas, bastante mais complexas do ponto de vista arquitectónico, mas também simbólico, do que se supusera até esse momento.

O principal objectivo da comunicação proposta é traçar a evolução das principais linhas de investigação arqueológica centradas nos elementos térreos que integram os monumentos tumulares e megalíticos (os *tumuli)*. Esta análise incidirá na importância atribuída aos *tumuli*, ao longo das primeiras etapas da arqueologia portuguesa, até à segunda metade do séc. XIX. Concluindo com uma breve resenha dos avanços mais significativos das ultimas décadas nesta linha de investigação.

Desta forma pretende-se alertar para a complexidade metodológica e interpretativa dos elementos em terra no património pré-histórico português, sistematicamente desvalorizados por comparação com os elementos pétreos.

1. INTRODUÇÃO:

Nas últimas décadas tem-se vindo a chamar a atenção para a inadequação do termo megalitismo, face à complexidade do fenómeno a que este faz referência. Em primeiro lugar, e centrando-nos apenas na sua vertente funerária, os trabalhos mais recentes têm confirmado um acentuado polimorfismo das estruturas ditas megalíticas, pelo que para alguns autores se deveria falar de megalitismos, deixando de parte a ideia de um fenómeno unitário ou homogéneo. Por outro lado, algumas dessas estruturas dificilmente se enquadrariam na definição clássica do termo (mega=grande / lithos= pedra), pelo que o conceito megalitismo deveria reservar-se para as grandes câmaras pétreas, ou megalíticas, as quais não esgotam este fenómeno tumular.

Chegando mesmo a haver quem defenda que os grandes dólmens seriam uma expressão excepcional de um fenómeno mais vasto, onde se enquadram construções em terra e em madeira.

Face ao polimorfismo das estruturas internas, o *tumulus*, montículo artificial de terra ou de terra e pedras, surge como um elemento de unidade e, enquanto tal, depois de ter sido tanto tempo negligenciado, ganha destaque nas actuais linhas de investigação.

"Estamos actualmente tão conscientes do polimorfismo dos monumentos designados «megalíticos» quer no que respeita às estruturas internas, quer externas, que apenas podemos indicar um denominador comum: o serem providos de um tumulus, ou mamoa" (Jorge, 1987, p.275).

2. PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA:

2.1. As primeiras referências

A primeira referência concreta a monumentos megalíticos portugueses, de que temos notícia, remonta a 1571. Trata-se de uma carta de Frei Martinho de São Paulo, dirigida ao monarca D. Sebastião relatando a destruição de alguns desses monumentos na região da Serra de Ossa.

Durante o século seguinte essas referências tornam-se mais frequentes: num manuscrito datado de 1609, Manuel Severim de Faria, descreve alguns monumentos megalíticos das Beiras e em 1655 vê publicada uma compilação de vários textos seus sob o título *Noticias de Portugal*. Trinta anos antes (1625) Gaspar Estaço publicara igualmente as suas *Varias antiguidades de Portugal*.

Contudo nestes primeiros textos os monumentos surgem como meras curiosidades inseridas em narrativas de índole literária, sendo tratados de forma superficial e genérica. Logo não se encontra ainda qualquer referência ao *tumulus,* uma vez que todas as atenções se centram nas impressionantes estruturas pétreas e no mistério que constituí a sua origem.



Fig. 1 - Perspectiva do dólmen da Barrosa em 3D (Créditos: Alejandro López, 2003)

Ao longo do século XVIII a arqueologia portuguesa sofre um forte impulso renovador multiplicando-se as notícias manuscritas e as obras publicadas onde se descrevem monumentos megalíticos. A 30 de Julho de 1733, Martinho de Mendonça e Pina, apresenta á Academia Real das Ciências de Lisboa, uma comunicação que versava sobre *Aquelles antiquissimos, e rudes Altares, que se achão em varias partes de Portugal, e que vulgarmente se chamão Antas*. No ano seguinte, o tema volta a ser

abordado, desta feita pelo Padre Afonso de Madre de Deus Guerreiro. Em 1738 Frei António Contador de Argote publica *Antiguidades do Conventus Bracarensis* e em 1761 o Abade José Gaspar Simões dá-nos notícia, num manuscrito conservado na Biblioteca de Évora, de algumas antas do Alentejo e das Beiras.

O interesse pelos monumentos megalíticos prende-se agora com a natural curiosidade pelas origens da nacionalidade. Assim, procura-se determinar quem os construíra, quando o tinham feito e com que finalidade.

Note-se contudo que ainda não se encontram referências à escavação de monumentos e que as suas características arquitectónicas parecem ser pouco relevantes para estes intelectuais.

Desinteresse esse que irá arrastar-se sem substanciais alterações até meados do século seguinte. Mas na segunda metade do século XIX a arqueologia portuguesa afirma-se definitivamente como disciplina científica.

2.2. A segunda metade do séc. XIX

2.2.1. O s protagonistas:

Uma série de factores contribuíram para esta renovação da arqueologia portuguesa na segunda metade do séc. XIX, entre os quais podemos citar a criação dos Serviços Geológicos de Portugal, que em 1880, promoveram a realização, em Lisboa, o *IX Congresso Internacional de Antropologia e Arqueologia Pré-Históricas*, evento no qual se reuniram importantes nomes da arqueologia europeia.

Este foi, naturalmente, um momento emblemático para a arqueologia portuguesa, inspirador para toda uma geração de jovens arqueólogos, que muito viriam a contribuir para o desenvolvimento da disciplina até às primeiras décadas do século XX.

O estudo de monumentos megalíticos, no âmbito dos Serviços Geológicos, centrou-se essencialmente nas regiões centro e sul de Portugal. Contudo no norte, exercia a sua influência uma personagem não menos ilustre: Martins Sarmento.

Um arqueólogo auto-didacta que dedicou a maior parte do seu tempo ao estudo da pré-história do Norte de Portugal, levando a cabo um importante trabalho de registo dos mais variados monumentos pré-históricos, dos quais vai dando conhecimento num vasto espólio bibliográfico disperso por distintas publicações periódicas.

Um outro nome incontornável da arqueologia portuguesa deste período foi Leite de Vasconcelos, para sempre associado à fundação do Museu Etnológico, actual Museu Nacional de Arqueologia e à publicação da Revista *O Archeólogo Português*, cujo primeiro tomo foi publicado em 1885.

Nesse mesmo ano o ilustre arqueólogo publicou a obra *Portugal Pré-Histórico,* à qual juntou em 1897 A*s Religiões da Lusitânia*. Duas obras de síntese que se juntaram às recentemente publicadas por outros autores como Augusto Filippe Simões (Simões, 1878) ou Pereira Costa (Costa, 1868).

2.2.2. As ideias

A publicação de obras de síntese como as atrás citadas encerra este ciclo da arqueologia portuguesa, divulgando os principais trabalhos realizados e sistematizando as ideias e interpretações veiculadas pelos investigadores. Para os objectivos do presente artigo o tema mais interessante que se debate neste período é

a questão tipológica, uma vez que esta gira em torno da distinção entre dólmens cobertos e descobertos. Ambos os grupos subdividindo-se de acordo com uma série de particularidades relativas ao número e à forma de colocação dos esteios e ao tipo de planta. Assim se na distinção de subgrupos apenas se têm em conta as particularidades das grandes estruturas pétreas a divisão entre dólmens cobertos e descobertos diz directamente respeito à importância e à função que se atribui ao *tumulus.*

Autores como Augusto Filippe Simões defendem que a existência ou não de *tumuli* era efectivamente uma característica arquitectónica diferenciadora, sendo a necessidade de cobrir a estrutura dolménica com uma camada de terra justificada pelas condições climáticas. Sustentando esta hipótese na observação da predominância de dólmens descobertos nas regiões mais meridionais da Europa onde o clima não é tão propenso ao frio. O mesmo tipo de distribuição geográfica observava em Portugal, onde os dólmens descobertos eram mais numerosos no Alentejo.

Uma vez formulada esta distinção tipológica serve-se dela como base para diferenciar quanto à função os monumentos tumulares, uma vez que na sua óptica apenas os que recobrem uma estrutura dolménica teriam verdadeiramente uma função funerária: *"nem todas as mamunhas são verdadeiros túmulos na accepção archeologica d`esta palavra. Faltam em muitas o dolmen interior"* (Simões, 1878, p.86-87).

Desta afirmação parece depreender-se que Filippe Simões estabelece uma separação entre a massa tumular e a estrutura interna, mas de especial interesse é a constatação de que existem efectivamente mamoas sem estruturas dolménicas.

Posição bem distinta é a que defende, entre outros, Martins Sarmento, no seu artigo *Observações acêrca do Vale do Âncora,* para quem a distinção tipológica entre dólmens cobertos e descobertos não fazia qualquer sentido, uma vez que para ele *"Não há dólmen sem mamoa"* (Sarmento, 1933b, p.63).

Por outro lado, não deixa de acompanhar Augusto Filippe Simões na constatação de que nem todas as mamoas guardam no seu interior um verdadeiro dólmen. Martins Sarmento regista, no Minho, a existência de dois tipos de monumentos: os dólmens e as cistas, uns e outros cobertos pela respectiva mamoa (Sarmento, 1933b). Chegando mesmo a servir-se da análise das dimensões (diâmetro e altura) da mamoa para determinar o tipo de câmara que escondem no seu interior nos inúmeros casos em que esta se encontrava destruída (Sarmento, 1896, p.30). Convertendo-se assim num dos primeiros arqueólogos portugueses a estudar os aspectos construtivos não apenas das estruturas pétreas mas também da massa tumular.

Leite de Vasconcelos, testemunha, na sua monumental obra *Religiões da Lusitânia*, a mesma crença na inexistência de sepulturas dolménicas desprovidas de *tumulus* e a mesma atenção dedicada ao estudo das particularidades construtivas desse elemento que considera imprescindível uma vez que *"(…) só a mamôa, servindo de plano inclinado, explica que o enorme chapéu da anta pudesse ser alevantado para o seu logar"* (Vasconcelos, 1981, p.263).

A mamoa surge nesta fase como uma estrutura fundamental do fenómeno tumular e megalítico cuja função seria essencialmente construtiva, servindo simultaneamente para conferir consistência às estruturas dolménicas e como base de apoio para a elevação e colocação das pesadas coberturas pétreas.

Contudo as linhas de investigação que ao longo do século seguinte se abriram conferem-lhe um significado que vai muito além desta função construtiva ou estrutural, colocando em evidência o seu eminente valor simbólico.

"Parece claro que el túmulo es el mayor acaparador de superficie en extensión y en altura y, por tanto, pese a la poca importancia que se le daba hasta no hace tanto tiempo, debe constituir el espacio más significativo para el grupo que lo erige." (Bueno Rodríguez, 1991, p.104)



Fig. 2 - Vista da laje de cobertura de Chã de Parada 1 acima da massa tumular (créditos: Goreti Sousa, 2006)

3. AS PERSPECTIVAS ACTUAIS:

Por outro lado, mesmo do ponto de vista construtivo novas evidências se têm vindo a impor com o progresso das escavações em monumentos tumulares. Uma das mais significativas é certamente a consciência da sua complexidade estrutural e arquitectónica.

A construção em terra não é simples, exige atenção e cuidado, devendo ser entendida como uma sequência de actos técnicos, mas também rituais e/ou simbólicos. Passemos então a observar com mais detalhe os procedimentos técnicos envolvidos na construção de um *tumulus*.

Num momento inicial da construção, e após a cuidada e criteriosa escolha do local, havia que limpar e preparar o terreno para a construção da câmara e da massa tumular.

Uma vez preparado o terreno havia que transportar a terra para o local e acumula-la contra os esteios da câmara ou os contrafortes dos mesmos. Nalguns casos, registados na vizinha Galiza, existem indícios de que a terra seria previamente tratada, possivelmente crivada ou peneirada.

Tal é o caso do Monumento 1 de As Pontes de García Rodríguez, escavado por José María Eguileta no âmbito de uma escavação de urgência realizada entre Junho e Agosto de 1993, em que a ausência de quartzos entre a terra que compõe a massa tumular o leva a supor que esta tivesse sido previamente crivada (Eguileta Franco, 1995/96, pp.129-131). Idêntico tratamento das terras que compõe a massa tumular

identifica Jacobo Vaquero Lastres no *tumulus* de Reboredo 1 (Vaquero Lastres, 1995, p.98)



Fig.3 - Mamoa 3 de Menina do Castro, com a massa tumular cortada por abertura de via (créditos: Goreti Sousa 2006)

Por outro lado, se grande parte das mamoas escavadas até ao momento parecem ter sido construídas com base na acumulação de terras de origem local, também se têm registado alguns casos em que as terras poderiam muito bem ser de diferentes proveniências. Uma característica que se torna perceptível na análise das distintas colorações e texturas das terras acumuladas. Para citar um exemplo desta particularidade podemos regressar às investigações de Martins Sarmento, que no final do séc. XIX nos deixava já a seguinte observação acerca da Mamoa de Aspra: *"é composta de terra vegetal, misturada com pequenas pedras, e em todo o caso de terra, que facilmente se vê ter sido acarretada d`outra parte"* (Sarmento, 1896, p.30).

Um exemplo mais recente surge claramente no monumento galego de As Pereiras escavado por Antonio de la Peña Santos, o qual apresentava na sua composição terras de diferentes proveniências (Gómez Nistal, 2001, p.44).

Até este momento os exemplos citados, independente da proveniência das terras, são constituídos predominantemente de solo humoso, mas também encontramos no Norte de Portugal algumas mamoas constituídas, não por solo humoso, mas por argila, uma particularidade já identificada por Martins Sarmento, como se depreende da sua observação de que *"a do Fraião parece ter sido um massiço natural de terra barrenta, a que a arte deu depois a fórma semi-esphérica (…)"* (Sarmento, 1896, p.30). Outros exemplos de *tumuli* constituídos essencialmente por terra argilosa têm vindo a ser identificados desde essa data, como é o caso da Mamoa da Gestosa em Vila Nova de Gaia (Jorge, 1983-84, p.39).

Em relação a estas estruturas compostas por terra argilosa, encontrou-se mais recentemente indícios de compactação por acção do fogo, como exemplo nos casos da mamoa d´Alagoa e da Mamoa 1 do Castelo (ambas em Jou, Murça, Trás-os-Montes) escavadas por Maria de Jesus Sanches.



Fig. 4 - Vista do corredor de Chã de Parada 1 durante escavação (créditos: Goreti Sousa, 2006)

Uma vez dispostas as terras até se atingir o diâmetro e a altura desejados seria altura de colocar o revestimento de pedras imbricadas que forma a couraça lítica, nos casos em que reveste a totalidade do monumento, ou a coroa circular, nos casos em que o revestimento apenas atinge a preferia do monumento (Jorge, 1987, pp.269-286).

As pedras da couraça são geralmente de tamanho médio e apresentam quase sempre um formato perfeitamente adaptada ao interstício que irá cobrir, também se pode usar lajes maiores, que no entanto não conferem a mesma estabilidade á estrutura. As couraças pétreas fornecem uma eficaz protecção ao monumento.

Na mamoa anteriormente citada d´Alagoa, Maria de Jesus Sanches encontrou indícios de que as primeiras pedras da couraça foram colocadas sobre as cinzas ou possivelmente sobre as brasas das fogueiras ateadas sobre a terra argilosa que compõe a massa tumular e que sobre essas pedras se continuou a realizar fogo até à conclusão do revestimento pétreo (Sanches e Nunes, 2004, p.11).

Outros elementos pétreos podem também fazer parte da massa tumular. Os mais comuns seriam os anéis periféricos formados por lajes de granito de maiores dimensões dispostos obliquamente e formando uma espécie de fecho do monumento.

O monumento ficaria assim concluído, com a colocação destes elementos pétreos cuja função seria a de consolidar as terras que formam a massa tumular e de as proteger.

Porém a moderna investigação tem vindo a demonstrar que os túmulos não são construções estáticas e que sofrem remodelações, reutilizações ou simples trabalhos de manutenção.

"Estamos diante dunha arquitectura viva e de transformación que rompe cos moldes inmobilistas atribuídos ás sociedades primitivas" (Caamaño Gesto, 2007, p.143).

4. CONCLUSÃO:

A segunda metade do século XIX foi a muitos níveis uma época de especial relevo para a arqueologia portuguesa. Para o estudo do megalitismo foi mesmo um ponto de viragem, com a realização das primeiras escavações arqueológicas, a aplicação de novos métodos de trabalho e o surgimento de novas perspectivas teóricas.

Também, no que se refere ao estudo dos *tumuli* foi um momento decisivo, já que parece ter despertado a consciência do seu papel enquanto elemento indissociável do conjunto que constitui o monumento megalítico. Reconhecendo-se definitivamente a importância deste elemento construtivo em terra até aí totalmente esquecido.

Ainda que não de forma consensual, existe já a percepção de que o *tumulus* constitui o elemento básico do fenómeno tumular, constituindo um elemento fundamental, nomeadamente do ponto de vista construtivo, ao permitir a colocação das pesadas lajes de cobertura e estrutural ao contribuir para a consolidação das câmaras pétreas que se abrem no seu interior.

Este reconhecimento permitiu que ao longo do século seguinte se fossem abrindo linhas de investigação que muito contribuíram para a consolidação dos nossos conhecimentos sobre esses elementos construtivos em terra tão relevantes no seio de um fenómeno arquitectónico caracterizado pelas monumentais estruturas pétreas.

O recente avanço das escavações arqueológicas ao colocar em evidência o polimorfismo das estruturas megalíticas contribuiu de forma decisiva para realçar o *tumulus* do ponto de vista simbólico uma vez que "*no fundo, o facto de haver ou não estruturas internas, ou destas serem aéreas (pequenos dólmens, eventualmente cistas) ou subterrâneas (fossas ou poços) seria menos importante do que a circunstância de se tratar de enterramentos selados, (…) evidenciados no solo por uma mamoa"* (Jorge, 1992, p.469). Facto para o qual chamava já a atenção Martins Sarmento ao considerar o *tumulus* como um elemento de unidade perante a diversidade arquitectónica que observava no megalitismo minhoto.

Assemelha-se clara a forma como algumas ideias que as actuais linhas de investigação têm vindo a comprovar parecem ter sido, de alguma forma, intuídas pelos mais destacados investigadores da segunda metade do século XIX.

Perante tal constatação impõe-se uma interrogação: não terá chegado o momento em que se torna premente a necessidade de uma síntese historiográfica da arqueologia portuguesa?

A resposta vislumbra-se com clareza uma vez que só partindo de um profundo conhecimento dos trabalhos anteriores será possível detectar e colmatar lacunas de investigação que podem ser tão significativas como a que serve de base à presente reflexão.

Os *tumuli* que durante tanto tempo foram os grandes esquecidos pelos trabalhos de investigação sobre o fenómeno tumular e megalítico português assumem-se hoje como um dos seus elementos mais relevantes.

Quebrado esse véu de esquecimento muito se tem evoluído nas últimas décadas no que diz respeito ao conhecimento destes elementos em terra que assumem actualmente um papel central no entendimento do fenómeno tumular e megalítico. Contudo, é nossa convicção que muito resta ainda para conhecer durante as próximas décadas.

Bibliografia

Argote, J. C. (1738). *De Antiquitatibus conventus Bracaraugustani.* Lisboa: Officina Sylviana.

Bueno Rodríguez, P. (1991). *Megalitos en la Meseta Sur: los dolmenes de Azutan y la Estrella (Toledo).* Madrid: Ministerio de Cultura / Direccion General de Bellas Artes y Archivos.

Caamaño Gesto, J.M. (2007). Prehistoria de Galicia*.* A *Gran Historia de Galicia.* A Coruña: Arrecife, pp.99-243.

Costa, F.A. P. (1868). *Monumentos prehistoricos: dolmins ou antas de Portugal, noções sobre o estado prehistorico da terra e do homem seguidas da descripção de alguns dolmins ou antas de Portugal.* Lisboa: Typographia da Academia.

Cruz, D. J. da (1988). O Megalitismo do Norte de Portugal. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, Porto: Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia, pp.15-41.

Eguileta Franco, J. M. (1995/96). Sondeos arqueológicos de urgencia en "As Medoñas da Mourela" y prospección en el polígono industrial de "Penapurreira" (As Pontes de García Rodríguez, A Coruña): memoria de las actividades. *Boletín do Museo Provincial de Lugo*. Lugo: Diputación Provincial de Lugo, pp.125-155.

Fabião, C. (1999). Um século de Arqueologia em Portugal. *Al - madan: Arqueologia, Património, História Local*. Almada: Centro de Arqueologia de Almada, pp.104-126.

Gómez Nistal, C. (2001). Neolitización y Megalitismo en el entorno de la Ria de Vigo: estado actual de la Investigación. *Gallaecia.* Santiago de Compostela: Departamento de Historia I, Faculdade de Xeografia e Historia, Universidade de Santiago de Compostela, pp.39-59

Jorge, V. O. (1980). Escavação da Mamoa 1 de Outeiro dos Gregos, Serra da Aboboreira, Baião. *Portugália*. Porto: Instituto de Arqueologia da FLUP, pp.9-28.

Jorge, V. O. (1983-84). Megalitismo do Norte de Portugal: um novo balanço. *Portugália*. Porto: Instituto de Arqueologia da FLUP, pp.37-45.

Jorge, V.O. (1987). Megalitismo de Entre-Douro-e-Minho e de Trás-os-Montes (Norte de Portugal): Conhecimentos actuais e linhas de pesquisa a desenvolver*. Revista da Faculdade de Letras – História*. Porto: Universidade do Porto, pp.269-286.

Jorge, V.O. (1992). As Mamoas Funerárias do Norte de Portugal (do Neolítico à Idade do Bronze Antigo) como elementos indicadores de uma progressiva complexidade social: Esboço preliminar da questão. *Revista da Faculdade de Letras – História*. Porto: Universidade do Porto, pp.463-480.

Masset, C. (1997). *Les Dolmens sociétès néolithiques et pratiques funeraires: Les sépultures collectives d`Europe Occidentale.* Paris: Editions Errance.

Sanches, M. J.; Nunes, S. A. (2004). Resultados da escavação da Mamoa d´Alagoa (Toubres - Jou) - Murça (Trás-os-Montes). *Portugália*. Porto: Instituto de Arqueologia da FLUP, pp.5-42.

Sarmento, F. M. (1896). Materiaes para a archeologia do districto de Vianna. *Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes.* Porto: Typographia Occidental, pp.23-31.

Sarmento, F. M. (1933). A Civilização da pedra polida no Minho*. Dispersos (Colectânea de artigos publicados desde 1876 a 1899, sôbre arqueologia, etnologia, mitologia, epigrafia e arte pre-historica).* Coimbra: Imprensa da Universidade, pp.290-295.

Sarmento, F. M. (1933a). Materiais para a arqueologia da Comarca de Barcelos: antas e antelas. *Dispersos (Colectânea de artigos publicados desde 1876 a 1899, sôbre arqueologia, etnologia, mitologia, epigrafia e arte pre-historica)*. Coimbra: Imprensa da Universidade, pp.153-164.

Sarmento, F. M. (1933b). Observações acêrca do Vale do Âncora. *Dispersos (Colectânea de artigos publicados desde 1876 a 1899, sôbre arqueologia, etnologia, mitologia, epigrafia e arte pre-historica).* Coimbra: Imprensa da Universidade, pp.63-67.

Simões, A. F. (1878). *Introdução á archeologia da Peninsula Iberica – Parte primeira: Antiguidades prehistoricas.* Lisboa: Livraria Ferreira.

Vaquero Lastres, J. (1995). Túmulos de Reboredo. RB1-2 (As Pontes, A Coruña). *Arqueoloxía – Informes.* Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, pp.95-101.

Vasconcelos, J. L. (1885). *Portugal pré-histórico.* Lisboa: David Corazzi Editor.

Vasconcelos, J. L. (1981). *Religiões da Lusitânia na parte que principalmente se refere a Portugal (reimpressão fac-similada da 1ª edição).* Vila da Maia: Imprensa Nacional Casa da Moeda.

Curriculum

Licenciada em História (FLUP/UP, 1998), DEA em Pré-História (FXH/USC, 2003). Doutoranda em Pré-História (FXH/USC, desde 2004) e bolseira da Fundação Ciência e Tecnologia (FCT). Colaboradora dos centros de Investigação: CICRA (ESG), *Centro de Investigacíon Arqueoloxia e Ecoloxia do Fenómeno Megalítico Galego (USC, 2003) e NARQ (UM, 2007).*

ESPAÇOS E ARQUITECTURAS EM TELL BEYDAR: CAMPANHA DE ESCAVAÇÕES DE 2009

Ana Margarida Vaz
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (+351) 239 851603, Fax (+351) 239 851609
E-mail: vaz.margarida@gmail.com

André Gonçalo Tomé
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (+351) 239 851603, Fax (+351) 239 851609
E-mail: andgtome@gmail.com

Ricardo Cabral
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (+351) 239 851603, Fax (+351) 239 851609
E-mail: rdfcabral@gmail.com

Tiago Costa
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (+351) 239 851603, Fax (+351) 239 851609
E-mail: tiagocosta87@gmail.com

Tema1: Arqueologia, Arte e Antropologia
Palavras-chave: Arquitectura em terra, Helenismo, Ásia Ocidental.

Resumo: Tell Beydar, situada na planície do Khabur (nordeste da Síria), nas proximidades das fronteiras com a Turquia e o Iraque, representa um testemunho arquitectónico da primeira civilização urbana que proliferou na Alta Mesopotâmia durante o IIIº milénio a.n.e.. Ao longo de toda a história de ocupação do sítio, com um segundo momento durante o período Mitanni (*ca*. 1300 a.n.e.) e uma última fase durante a época Helenística, com a implantação de um importante centro indígena sob influência Selêucida e Parta, é mantida a antiga tradição mesopotâmica de construção em arquitectura em terra. É durante o domínio Selêucida, reminiscente do Império de Alexandre que, seguindo uma politica de fundação de cidades, surgem grandes centros urbanos inspirados em modelos de origem grega, como é o caso de Dura-Europos, Apameia ou Selêucia do Tigre, concomitantemente com centros rurais de carácter indígena, como em Tell Beydar.

O período Helenístico, fase integrante da cultura greco - semita que se desenvolveu nesta região, apresenta-se, no entanto, como um dos menos estudados da história arqueológica da Mesopotâmia. O interesse nas problemáticas inerentes ao IIIº milénio a.n.e. e a relevância dos respectivos vestígios arqueológicos servem de explicação para a parca importância que a investigação lhe tem conferido e para o carácter fragmentário dos estudos sobre a arquitectura e urbanismo. Como é recorrente na arqueologia do Ocidente Asiático, grande parte da investigação sobre este período tem sido focada nos grandes centros urbanos, como Dura-Europos e Jebel Khaled, descurando as comunidades autóctones, acerca das quais muito pouco se sabe.

O objectivo desta comunicação é a apresentação dos dados preliminares da escavação do Sector C de Tell Beydar, que teve lugar em Abril e Maio de 2009 e cujo objectivo foi a exposição de uma vasta área de ocupação Helenística do *tell*. Será essencialmente abordado o denso complexo habitacional escavado, as suas características arquitectónicas e diferentes fases construtivas.

1. INTRODUÇÃO

O projecto de estudo dos níveis helenísticos de Tell Beydar reporta-se a um convite expresso pelo Director da Missão Arqueológica Sírio-Europeia, Dr. Marc Lebeau. O projecto, co-financiado pela FCT e CEAUCP, e da responsabilidade do Centro Europeu de Estudos da Alta Mesopotâmia (ECUMS) e da Direcção Geral de Antiguidades e Museus da Síria (DGAM), representada pelo Dr. Abd-el Messiha Baghdo, conta hoje com a participação de diversas instituições universitárias europeias que tornam Tell Beydar num caso único ao nível da pesquisa arqueológica na área do Ocidente Asiático. A Missão Arqueológica de Tell Beydar encontra-se também integrada num programa de investigação internacional, o Projecto ARCANE (com financiamento da Fundação Científica Europeia - ESF), cujo objectivo é a sincronização das cronologias regionais de todo o Ocidente Asiático.

O sítio arqueológico de Tell Beydar corporiza, *latu sensu*, a cidade de *Nabada* do IIIº milénio a.n.e., estendendo-se por uma superfície de cerca de 28 hectares. Ergue-se nas imediações da aldeia homónima dos dias de hoje, separando-as no tempo quase cinco mil anos, assim como todas as diferenças que daí advêm. Se nesse passado remoto perscrutamos um importante centro urbano com uma grande dinâmica regional, hoje em Beydar encontramos uma pacata aldeia inserida na província de Hassake, uma das mais pobres regiões da Síria. Esta desigual importância, e as obrigatórias diferenças geradas no longo hiato cronológico, encontram-se, no entanto, mitigadas numa similitude que parece perdurar para sempre - as mesmas técnicas construtivas e as imagens por elas projectadas.

2. CONTEXTUALIZAÇÂO HISTÓRICA

Com um período ocupacional de cerca de 600 anos, Tell Beydar testemunha exemplarmente uma fase de surgimento das primeiras cidades no Norte da Mesopotâmia e dos primeiros textos escritos. É sobretudo por tais factos que o sítio arqueológico de Tell Beydar é de frequente menção em várias publicações e “histórias” da emergência do urbanismo e das “sociedades complexas”. Não obstante, as ruínas em Tell Beydar têm muito mais para nos contar do que esta fase formativa. Abandonado em finais do terceiro milénio, o local onde *Nabada* se ergueu verá uma segunda cidade fundada a Oeste do *tell*[1] durante o período Mitanni (*ca*. 1300 a.n.e.), importante reino Hurrita que abrangeu grande parte da Alta Mesopotâmia. Será apenas, somente, durante o período helenístico, depois das conquistas de Alexandre, que Tell Beydar voltará a ser ocupada, reavivado com um importante centro indígena sob influencia Selêucida e Parta (Lebeau, 2007).

O *tell* arqueológico situa-se a cerca de 35 km a noroeste da cidade moderna de Hassake, capital da província mais a nascente do território sírio, no cruzamento de duas vias principais: o eixo E-W que liga o Tigre ao Eufrates, e a via N-S, que se estende até ao planalto de Diyarbekir e à região de Altinova. Implantada numa zona de planície, Tell Beydar encorpora um dos primeiros centros urbanos numa zona genericamente classificável como Alta Mesopotâmia que se estende, *grosso modo*, desde a cadeia montanhosa de Taurus aos territórios do NE sírio e NO iraquiano. Uma redução da amplitude espacial localiza Tell Beydar na região da Jazira[2] (Fig. 1), termo que retrata a zona entre os grandes cursos fluvais do Tigre e Eufrates. O cenário geográfico desta sub-região é essencialmente caracterizado por configurar uma bacia de drenagem formada por pequenos cursos de água que desembocam no rio Habur, afluente norte do Eufrates. Apesar de em muitas circunstâncias esta ser globalmente associada ao sul Mesopotâmico, com ambas as regiãos a serem englobadas terminologicamente no

conceito de “Grande Mesopotâmia” (Matthews, 2000), são várias as diferenças que as distinguem. Particularmente relevante é o contraste ao nível ecológico: enquanto que o Sul é caracterizado por uma taxa de precipitação bastante reduzida, abaixo dos 200 mm *per annum*, o Norte mesopotâmico, mais concretamente a região da Jazira, atesta uma taxa de chuvas anuais mais pronunciada, acima dos 250 mm *per annum*. Esta diferença tem necessariamente uma grande influência nas estratégias de subsistência adoptadas pelas populações que durante milénios aí se implantaram. A ocorrência de baixas precipitações torna necessária a adopção sistemática de técnicas de irrigação artificial, algo que sucedeu em grande escala na planície da Baixa Mesopotâmia. Ao invés, no Norte a precipitação média anual permite a prática de uma agricultura de sequeiro, fenómeno com um impacto totalmente diferente nas estruturas económico-sociais (Pollock, 1999; Wilkinson, 2000).



Fig. 1 – Tell Beydar na Jazira Síria (créditos: O. Harmansah).

Toda esta ambiência é de particular importância para o entendimento histórico-cronológico de Tell Beydar. As condições ambientais e a sua posição geográfica, entre o Sul mesopotâmico, carente de matérias-primas, e a região da Anatólia, prolífica fonte de metais[3] (Matthews, 2000, p.145), conferem a esta região um papel de destaque durante largos séculos como importante área de interacção numa complexa rede de trocas. Tell Beydar terá certamente tirado vantagem da sua posição estratégica, e não é de excluir que a sua implantação, em inícios do III milénio a.n.e. (*ca*. 2900), se deva especificamente a este facto. Os vestígios arqueológicos mais antigos até hoje detectados datam precisamente de um período bastante relevante para história da Alta Mesopotâmia, coincidindo com uma fase de emergência a larga escala do urbanismo e de outros aspectos relacionados (i.e. arquitectura monumental, escrita), apelidado de “Segunda Revolução Urbana” pelo seu carácter secundário em relação ao Sul, e por alguns sinais prenunciados já na última metade do IV milénio a.n.e. (Akkermans and Schwartz, 2003). A transição do IV para o III milénio inicia, portanto, um período de crescente complexificação social, evidenciado pela emergência de dinâmicos centros urbanos.

Tell Beydar parece então atingir o seu *apex* na segunda metade do III milénio quando o espaço urbano se apresenta com uma organização e arquitecturas altamente elaboradas. Por volta de 2500 a.n.e., este espaço deveria cobrir uma área de *ca.* 28 hectares, estruturado em duas áreas distintas: cidade-baixa e cidade-alta, com respectiva acrópole. Um primeiro anel de fortificação, com cerca de 2 km de comprimento e 4,5 m de largura, construído em *pisé* e comportando sete aberturas, separadas em intervalos regulares, estabelece o perímetro da cidade-baixa[4] (Lebeau, 2007, p.11). Um segundo anel de muralha delimita a cidade-alta, também entrecortado por sete portas, onde se situam os vários equipamentos urbanos de *Nabada*, com destaque para a área de acrópole onde se situaria o "centro administrativo" da cidade (i.e. palácio e templos). Este período é, ainda, caracterizado pelo aparecimento dos primeiros registos escritos no norte da Mesopotâmia, fenómeno até então praticamente limitado às cidades mais meridionais. Tratando na sua maioria de assuntos de natureza económica, estes textos reportam-se a um período de grande dinamismo em que Tell Beydar estaria sob a égide de *Nagar*, topónimo antigo de Tell Brak, grande metrópole da região só rivalizável com Ebla (Tell Mardik) a Oeste e Mari (Tell Hariri) a Sul. Esta fase, da qual datam a maioria dos edifícios até ao momento expostos, termina abruptamente por volta de 2350 a.n.e., altura do primeiro império da história liderado por Sargão de Agade, cujas conquistas militares visavam sobretudo os territórios a Norte e subsequente controlo das principais rotas comerciais. Ao contrário de Ebla, cabalmente destruída pelos exércitos de Sargão e do seu neto, Naram-Sin, Tell Beydar não apresenta sinais de evidente destruição. Apesar de continuamente ocupada até cerca de 2100 a.n.e., parece ser este evento a marcar um progressivo abandono da cidade, que apenas voltará a ser reocupada cerca de um milénio após o início do declínio de *Nabada*.

Nos últimos séculos do segundo milénio a.n.e. (ca. 1400 a.n.e.) as ruínas de Tell Beydar vêem chegar os Hurritas, povo semita da Anatólia, que conquista grande parte da Alta Mesopotâmia, fundando Urkesh (Tell Mozan) como sua capital real. A acima referida cidade-baixa e a área a Este do seu recinto muralhado é então ocupada atingindo uma dimensão de cerca de 50 hectares. Ao invés, o *tell* parece permanecer livre de ocupação e somente após as conquistas de Alexandre a cidade-alta de Tell Beydar voltará a ser novamente habitada. É na sequência das guerras que se seguiram à morte de Alexandre, que Seleucos I de Nicator estabeleceu o seu império abarcando a quase totalidade do continente asiático, e assim iniciando um período de profundas transformações nos seus territórios.

À excepção de *Nisibis*, moderna Nusaybin, e Harran, que foram talvez as duas cidades mais importantes no período Selêucida, Seleucos e seus sucessores parecem ter optado por uma política de fundação de novas cidades, a maioria localizadas no âmago do seu império. *Nikephorion*, a actual Raqqa, Dura-Europas, Apamea ao largo do Eufrates e as cidades gêmeas de Selêucia-Zeugma, para além de Selêucida, na margem do Tigre, constituem os mais significativos exemplos desta política de fundação de novos centros urbanos. Não obstante, o modelo imperial selêucida envolveu mais do que a mera fundação de grandes centros urbanos. Todavia, o problema surge precisamente quando se procura conhecer mais sobre realidade da rede de comunidades rurais. Apesar dos inúmeros sítios arqueológicos que revelam vestígios de ocupação durante o período Helenístico, estes são geralmente desprezados em virtude de um interesse científico por níveis mais antigos. Embora exista algum conhecimento geral sobre a arquitectura, urbanismo e modos de funcionamento das mais importantes cidades helenísticas da região, pouco se sabe acerca destes aspectos nas comunidades rurais. Este é o caso particular de Tell Beydar, paradigmático no sentido de que apesar dos mais de dez anos

de campanhas de escavação, pouco se pode ainda dizer do modo de funcionamento daquela comunidade no período seleuco-parta. Os dados até aqui reunidos apontam para um habitat de carácter rural com uma elevada presença de arquitecturas de armazenamento (i.e. silos), e pequenas unidades habitacionais de formato quadrangular ou rectangular com dimensões aproximadas de $25m^2$, algumas equipadas com pequenas instalações domésticas (maioritariamente estruturas de combustão). A estas estruturas de carácter doméstico até aqui descobertas acrescenta-se um edifício de consideráveis dimensões, com três fases construtivas, em que última destas é interpretada pela equipa de escavação como um palácio de inspiração mesopotâmica (Martín Galán, 2006).

Estes dados são, no entanto, escassos, requerendo uma maior atenção para que finalmente se perceba o verdadeiro carácter do habitat helenístico de Tell Beydar, e desse modo contribuir para a compreensão deste período relativamente incógnito, acrescentando desta forma uma dimensão inédita ao estudo do urbanismo e arqueologia da Alta Mesopotâmia.

3. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO

A história de Tell Beydar é uma história que vai emergindo a cada ano de escavações; uma história intimamente ligada à terra em múltiplos sentidos. A terra é, irremediavelmente, o "objecto" mais estimado pelo arqueólogo que trabalha no Ocidente Asiático. Inseparável de qualquer pesquisa arqueológica na Síria, como no caso apresentado, a escavação de arquitecturas em terra merece reflexão em todos os momentos de trabalho. Esse elemento tem sido particularmente considerado no projecto de Tell Beydar, quer ao nível do própria potencial informativo que essas arquitecturas nos transmitem, como no momento de conservação das ruínas expostas.

A arquitectura em terra, como é sabido, sofre rápida deterioração quando exposta à força dos elementos. O mesmo sucede de forma mais acentuada, como neste caso em particular, se tivermos em conta a sua antiguidade. Logo após a sua ´re-exposição´ através de escavação, o manto protector oferecido pelas camadas superiores de deposição do *tell* começa a desvanecer e as consequências são particularmente severas: os rebocos argilosos rapidamente (em apenas algumas semanas) começam a ceder, deixando, por sua vez, os adobes que anteriormente protegiam mais expostos; escorrimentos verticais nas fachadas das paredes provocam uma acelerada decomposição das mesmas o que, lenta mas progressivamente, acaba por afectar o seu interior; a ausência de um sistema eficaz de evacuação de águas pluviais através de "vias seguras" leva ao enfraquecimento das bases das paredes, levando a que em casos extremos se dê o colapso; em condições atmosféricas de maior seca, proporcionando então um claro contraste com a humidade preservada no interior do *tell*, dá-se a contracção do material construtivo que resulta no aparecimento de fissuras verticais internas, podendo eventualmente causar fragmentação estrutural.

De toda a gama de factores de destruição intervenientes neste processo, alguns acabam por ter um papel de maior preponderância no caso específico de Tell Beydar. A vegetação, apesar de escassa na superfície do *tell*, consegue, através da penetração das raízes em profundidade, atingir o interior de paredes e deixar um rasto de fissuras. A presença regular de seres humanos e animais (geralmente rebanhos de ovelhas provenientes da aldeia) no sítio arqueológico actua também como um elemento de perturbação. A acção de fortes correntes de vento e a precipitação ocasional são, no entanto, os elementos com maior potencial destrutivo que afectam as estruturas escavadas em Tell Beydar. Com efeito, apesar dos níveis de precipitação anual serem

nesta parte do globo relativamente baixos, ocorrem fortes, embora breves, chuvas sazonais que alteram por completo o grau de humidade dos elementos arquitectónicos. Em simultâneo, os fortes ventos, especialmente quando provenientes de leste, que assolam regularmente a região da Jazira Síria, acabam também por ter um papel importante no que respeita à progressiva erosão das estruturas.

Desde 2003, quase uma década após a primeira campanha de escavações, o sítio arqueológico tem vindo a ser o alvo de um ambicioso projecto de preservação e conservação que se desenrola em paralelo com os trabalhos de escavação. O âmbito deste projecto de grande escala, de resto solicitado pela Direcção Geral de Antiguidades e Museu, reside na protecção do considerável património histórico que a antiga cidade de *Nabada* representa.

O projecto de conservação posto em prática em Tell Beydar assenta na utilização de materiais e técnicas construtivas tradicionais, tendo em vista a minimização do impacto visual resultante do contraste com as estruturas antigas. Para tal recorre-se a materiais diversos, entre os quais adobes recentes, argamassas de argila, estuques de cal, betume, seixos e brita. Os adobes são geralmente fabricados utilizando os resíduos provenientes dos edifícios a restaurar, sendo posteriormente moldados em formas que respeitam a métrica antiga.

A aplicação dos adobes recentes durante o processo de conservação está dependente de vários factores, nos quais o estado de preservação da estrutura tem primordial importância. Nos casos em que as estruturas apresentam faces bastante degradadas torna-se necessário efectuar remoção parcial do material original e substituição por adobes recentes que assim acabam por proteger o núcleo interno da parede. Se a deterioração estrutural for bastante elevada são aplicadas técnicas mais radicais que incluem a remoção total do original seguida da reconstrução do mesmo desde os níveis fundacionais. Em casos em que apenas as faces das paredes apresentam estragos menores são aplicadas duas camadas de cobertura argilosa, a primeira para reparação e a segunda para lhe proporcionar um acabamento impermeável. O próprio processo de escavação tem permitido aos arqueólogos melhor aferir as técnicas de construção antigas, sendo este conhecimento aplicado, entre outros exemplos, na conservação dos pavimentos. Estes elementos arquitectónicos são, então, protegidos com uma camada de seixos (assegurando assim uma drenagem mais eficiente) que é colocada sob várias aplicações de *djuss*, um revestimento tradicional à base de cré que é também recorrentemente utilizado como estuque. É também de salientar que todos os passos do processo de conservação se encontram registados em arquivos escritos e fotográficos, permitindo assim consulta posterior.

Em 2005, após quatro campanhas de conservação arquitectónica, cerca de 21 000 adobes haviam sido fabricados para satisfazer as necessidades do restauro. A acrópole (Fig. 2), incluindo o palácio que havia sido escavado há cerca de uma década, encontrava-se quase totalmente restaurada (90% da superfície total). Um projecto de implantação de painéis informativos foi também levado a cabo nos últimos anos, em conjunto com um plano de circulação para visitantes que os desloca por percursos optimizados, evitando assim travessias por áreas em processo de escavação ou conservação. Em 2008 propiciou-se uma avaliação do programa de conservação. Quatro anos de observação do processo de deterioração dos edifícios restaurados permitiram concluir que o método de reconstrução total se revelou o mais eficaz e perene. A aplicação de adobes recentes a núcleos antigos teve resultados satisfatórios apenas em paredes com altura inferior a 1,20 m.

Presentemente todos os edifícios do núcleo urbano encontram-se restaurados ou reconstruídos, na sua grande maioria, à altura original a que foram descobertos. Este projecto de grande escala oferece aos visitantes uma impressionante perspectiva sobre as sucessivas plataformas que se elevam em direcção ao palácio, assim como uma excelente oportunidade para experienciar o coração de uma cidade do III milénio a.n.e..



Fig. 2 - Vista panorâmica da acrópole (Foto do autor).

4. CAMPANHA DE ESCAVAÇÕES DE 2009

A campanha de escavações de 2009, decorrida nos meses de Abril e Maio, veio marcar a primeira participação da equipa portuguesa inserida no projecto de escavações de Tell Beydar. Os trabalhos foram iniciados no denominado Sector C (Fig. 3) localizado no planalto da cidade-alta de Tell Beydar, a NE do complexo palacial do III milénio. A selecção deste sector seguiu uma avaliação cuidada que tomou em consideração as áreas circundantes já intervencionadas, com especial atenção a ser concedida à proximidade de um edifício de carácter relevante localizado no Sector A.



Fig. 3 - Área de escavação (Foto dos autor).

Os objectivos propostos para esta primeira campanha visaram expandir os níveis Helenistícos escavados no mesmo local (quadrantes 103.045b-d e 103-046a-d) em 1992, por uma equipa da Universidade Livre de Bruxelas coordenada por Yves Robert (cf. Subartu III). Importava compreender a natureza das estruturas já expostas e o seu enquadramento cronológico.

As áreas de escavação (Fig. 4) abertas a Este caracterizaram-se, em traços gerais, pela grande erosão associada aos níveis de ocupação helenística. Este processo erosivo acabou mesmo por afectar profundamente os vestígios da unidade arquitectónica localizada no extremo NE (3222) da área escavada, sendo no entanto possível a identificação de dois pavimentos sobrepostos, ambos revestidos por uma fina camada de cal. A parede Sul desta mesma unidade revelou ainda a presença, numa provável área exterior, de uma instalação composta por um muro encurvado que delimitaria uma área onde uma armação de adobes suportava uma “torpedo jar”. Em toda a área imediatamente a Sul importa mencionar a total ausência de arquitectura, tratando-se muito provavelmente de um espaço aberto no qual se instalaram fossas ou silos cujas aberturas foi possível identificar.

No centro da área escavada sobressaem duas unidades arquitectónicas (3004 e 3115), apresentando uma das quais uma planta quadrangular com 25 m^2 de área total. A Norte desta, e implantada num patamar inferior, encontramos uma estrutura de configuração semelhante onde foi possível identificar um nicho que pode remontar à traça original do edifício ou resultar do bloqueio de um acesso para a estrutura contígua.

Após alargamento da área de escavação em direcção a Oeste, uma outra unidade arquitectónica (3805) foi encontrada. Este espaço, ainda por escavar na sua totalidade, revelou-se fundamental para as considerações preliminares acerca da área já intervencionada, contribuindo para a compreensão de como os seus vários componentes se interrelacionam espacial e temporalmente. Verificou-se que a parede Sul desta unidade é estratigraficamente mais tardia que um edifício de grandes dimensões definido

pelas paredes 3028 e 3026. Note-se que a parede Sul da unidade acima referida, é constituída por apenas um adobe de largura, denunciando assim um aproveitamento do edifício preexistente a Sul. São de salientar ainda os sinais de restauro que esta mesma parede demonstra, evidenciados pela presença de dois tipos distintos de adobes e vestígios de argamassa usada para reparação junto do pavimento. A parede Oeste apresenta uma situação semelhante à encontrada na unidade 3115, com a presença de um nicho de pequenas dimensões. No que se refere ao espólio encontrado, revelou-se a presença de um significativo inventário de cerâmica e um cinzel de ferro que, juntamente com o vasto inventário descoberto na unidade a Sul (3910), constituirão importantes indicadores funcionais e cronológicos.

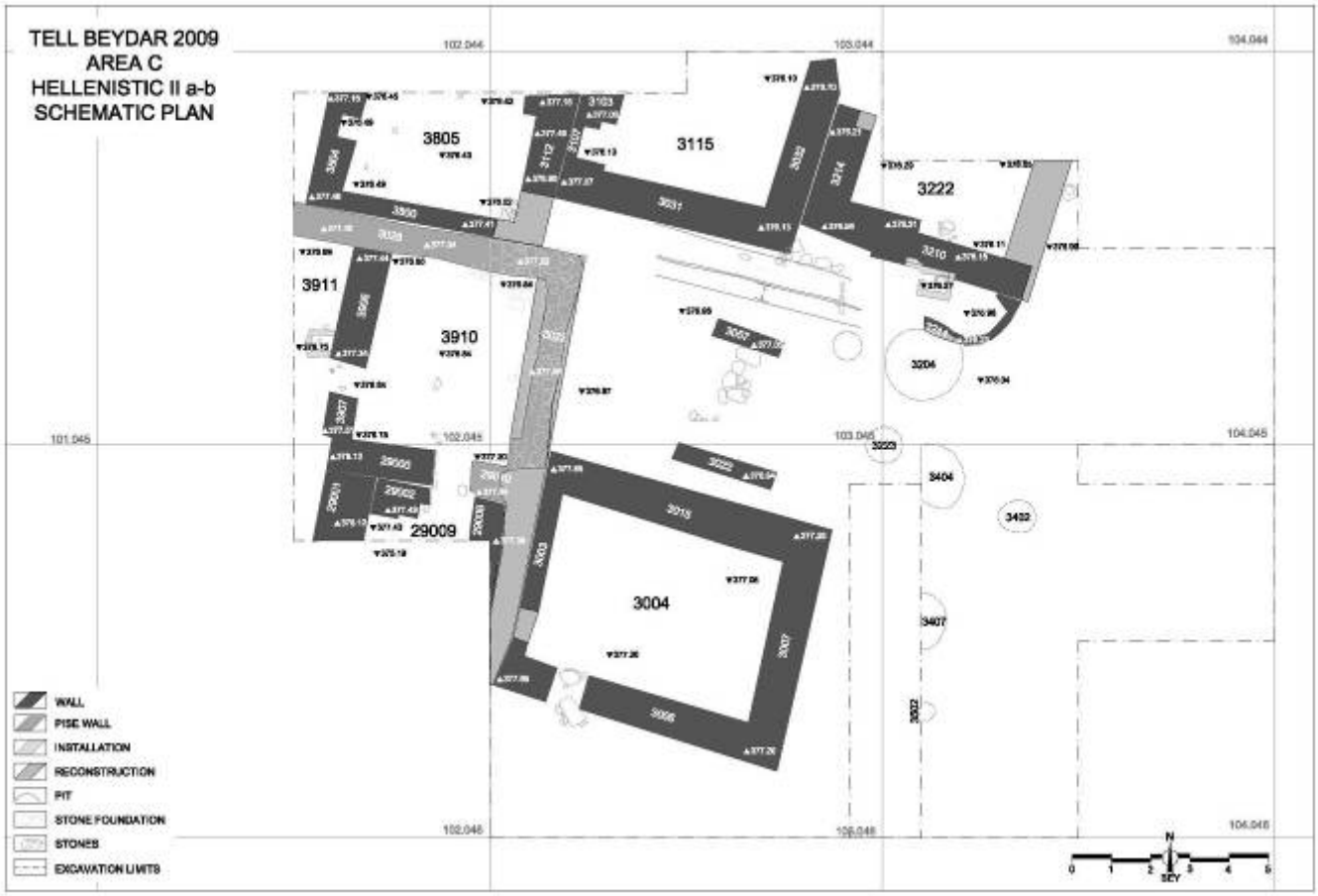


Fig. 4 - Planta final da campanha de 2009 (Desenho do autor).

Esta unidade 3910, acessível por duas entradas, insere-se no grande edifício já referido, apresentado ela própria sinais evidentes de diferentes fases construtivas. É de realçar a construção tardia da parede Oeste, configurando o espaço final desta unidade, e a aparente abertura de uma segunda entrada a Sul.

Em suma, estamos perante uma singular concentração de edifícios, certamente utilizados ao longo das várias fases de ocupação helenística, cujo significado não é ainda claro. A própria utilização da expressão “unidade arquitectónica” deve-se ao facto de ainda não

ser possível efectuar uma interpretação segura sobre a real natureza das estruturas. Várias hipóteses podem, no entanto, ser avançadas. Podemos estar na presença de simples estruturas habitacionais mono-celulares de carácter permanente ou sazonal, construídas com recurso a adobes ou, por outro lado de oficinas de trabalho e/ou de armazenamento ligadas ao processo agrícola. Sobressai ainda o que aparenta ser o canto NE de um grande edifício, elemento estruturante de todo o complexo arquitectónico, cujas paredes se destacam pelam utilização de *pisé* e adobe em simultâneo. Mais uma vez os dados disponíveis não permitem, presentemente, adiantar interpretações mais abrangentes, facto pelo qual se prevê a necessidade de alargar a área de exposição nas próximas campanhas.

Bibliografia:

Akkermans, P. M. M., and Schwartz. G. (2003), *The Archaeology of Syria from Complex Hunter-Gatherers to Early Urban Societies (ca 16,000-300 B.C.).* Cambridge: Cambridge University Press.

Lebeau M., (2002), *An Early Bronze Age City in the Syrian Jezirah: 10 Years of Research (1992–2002)*. n.p..

Martín Galán, R. (2006), The Hellenistic Palace of Tell Beydar. *Tell Beydar, the 2000-2002 Seasons of Excavations, the 2003-2004 Seasons of Architectural Restoration: A Preliminary Report*. Subartu XV. Turnhout: Brepols Publishers, pp.211-226.

Matthews, R. (2000), *The early prehistory of Mesopotamia – 500,000 to 4,500 BC*, Turnhout: Brepols Publishers.

Pollock, S. (1999), *Ancient Mesopotamia: the Eden that never was*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wilkinson, T. J. (2000), Regional approaches to mesopotamian archaeology: The contribution of archaeological surveys. *Journal of Archaeological Research*, *8*(3), pp.219-267.

Notas:

(1) Termo que significa colina em árabe. A sua morfologia resulta de uma acumulação sucessiva de ruínas no mesmo local, partindo de um processo de derrube de estruturas construídas em terra e consequente reconstrução no topo dos detritos acumulados.
(2) Termo que significa ilha em árabe, reportando-se precisamente a esse espaço entre os dois grandes rios mesopotâmicos.
(3) A prata é particularmente abundante nesta região. As montanhas de Taurus, curiosamente, em acádico traduzem-se por “montanhas de prata”.
(4) Uma sondagem realizada há alguns anos sugere a inexistência de estruturas de qualquer tipo na área entre as duas cinturas de muralha.

Curriculum*:*

Ana Margarida Vaz
Arqueóloga (FLUC, 2008), Mestranda em Arqueologia e Território (FLUC).

André Gonçalo Tomé
Arqueólogo (FLUC, 2008), Mestrando em Arqueologia do Próximo Oriente (Universidade de Leiden). Doutorando em Arqueologia (FLUC) e bolseiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Ricardo Cabral
Arqueólogo (FLUC, 2008), Mestrando em Arqueologia do Próximo Oriente (Universidade de Leiden). Doutorando em Arqueologia (FLUC) e bolseiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Tiago Costa
Arqueólogo (FLUC, 2008), Mestrando em Arqueologia e Território (FLUC).

TERRAS CORADAS EM PORTUGAL:
Da fonte de matéria-prima à produção de pigmentos terra nacionais (sécs. XVIII ao XX)

Milene Gil
FCT/UNL- Departamento de Conservação e restauro da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal; E-mail: milenegil@gmail.com

Tema 1: Arqueologia, Arte e Antropologia
Palavras-Chave: Pigmentos terra, Inventários, Exposições universais, Indústrias de terras "corantes", Pedreiras de ocres e almagres, Sécs. XVIII ao XX.

Resumo
A Portugal é geologicamente rico em terras coradas que podem ser utilizadas para a produção de ocres e outros pigmentos terra. A sua localização, extracção e produção encontra-se registada em documentos históricos e técnicos que remontam pelo menos ao século XVIII, de que se destacam os relatórios feitos por naturalistas ligados à Academia das Ciências de Lisboa e os catálogos de Exposições Fabris Universais dos finais do final do século XIX e inícios do XX. Já do século XX, chegam os relatos dos processos de extracção de duas pedreiras de ocres e almagres e da produção de pigmentos terra, através dos testemunhos de dois proprietários de indústrias artesanais de terras "corantes" nacionais.

Actualmente muito pouco se sabe sobre a origem de terras coradas em Portugal para uso das Artes e de pinturas de superfícies arquitectónicas. Esta temática parece ter passado (e assim permanece) desapercebida à maioria da bibliografia de arte especializada nacional e internacional, tendo sido apenas referida pelos tratadistas Plínio (I. d.C), Filipe Nunes (1615) e Francisco Pacheco (1649). O mesmo acontece em estudos mais recentes de geologia e de ciências dos solos que se encontram mais vocacionados para outras utilizações industriais.

Com esta comunicação pretende-se dar a conhecer uma herança nacional pouco conhecida da maioria dos especialistas de Arte e da Conservação e Restauro, através do levantamento de documentos históricos e de relatos de testemunhos ainda vivos.

1. INTRODUÇÃO

A origem de materiais para a produção de ocres e outros pigmentos terra em território português parece ter passado despercebida à maioria da bibliografia de arte especializada nacional e internacional, tendo sido apenas referida por três tratadistas consultados.

A primeira alusão a este respeito, embora bastante vaga e incerta, pertence ao autor latino Plínio em Historia Naturalis (I. d.C) que cita as terras vermelhas da Turdetânia (antiga designação da região que abrangia o vale Guadalquivir, do Algarve até Serra Morena, ocupando a maior parte da actual Andaluzia). A par desta, só foram encontradas mais duas breves referências no decorrer da pesquisa efectuada. A primeira, é da autoria do português Filipe Nunes que, na Arte da Pintura, Symmetria e Perspectiva (1615), menciona a terra ou sombra de Sintra no rol dos pigmentos a empregar para a técnica da pintura a fresco. A segunda, é um elogio tecido à qualidade dos ocres nacionais e flamengos pelo espanhol Francisco Pacheco em El Arte de la Pintura (1649): "El ocre claro y escuro quiere ser de mucho cuerpo tel es el de Flandes y de Portugal" (Pacheco, ed.2001, p. 465).

Outras fontes bibliográficas revelaram-se mais frutíferas e esclarecedoras para esta temática, de que aqui se mencionam os Inventários dos recursos naturais em Portugal do século XVIII ou os catálogos de Exposições Universais de cariz fabril do final do século XIX e início do século XX.

Sobre a extracção de pigmentos terra, na década de 40 do século XX deram entrada na Direcção Geral de Geologia e Minas dois pedidos para a exploração de pedreiras de ocre e almagre (1). Até ao momento estes são os únicos documentos encontrados para a exploração oficial e especifica deste tipo de depósitos minerais. São também desta época, os 31 pedidos de condicionamento industrial consultados, tendo sido publicados no Boletim anual da Direcção Geral das Industrias (Ministério da Economia) -para a instalação de oficinas de transformação de terras coradas e óxidos de ferro, para a remodelação ou aquisição de novos equipamentos. Através da leitura destes documentos e dos testemunhos orais de alguns proprietários ou dos seus descendentes é possível perceber o processo de lavra nas pedreiras e de manufactura e ainda as dificuldades técnicas e económicas que provavelmente todas as pequenas explorações atravessavam e que, inevitavelmente, acabaram por acarretar o seu abandono.

2. LOCALIZAÇÃO EM FONTES DOCUMENTAIS DO SÉCULO XVIII AO XX

2.1. Inventários de recursos minerais (século XVIII)

A inventariação dos recursos naturais foi uma preocupação constante do espírito aberto e curioso, característico do século XVIII, que esteve em Portugal muito ligado à Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra (1772) e à criação da Academia das Ciências de Lisboa (1779), mais especificamente ao seu gabinete de História Natural (Pinto & Andrade, 1998). Datam dessa época os vários relatos feitos por naturalistas, de viagens filosóficas e políticas levadas a cabo em Portugal e nas ex-colónias, de entre os quais se destacam os trabalhos de Luís António Furtado de Mendonça (Doutor em Filosofia pela Universidade de Coimbra), de José António Sá (Doutorado pela mesma Universidade e sócio correspondente da Academia Real das Ciências de Lisboa) e de Domingos Vandelli, lente de Mineralogia na Universidade de Coimbra desde 1772 (Pinto & Andrade, 1998).

Dos levantamentos realizados por Luís António Furtado de Mendonça, José António de Sá e Domingos Vandelli, é de citar em primeiro lugar o *Compêndio de observações que formam o plano da Viagem política e filosófica, que se deve fazer dentro da pátria,* publicado em 1783 (Sá, 1783). Neste documento, José António de Sá, apesar de transcrever o inventário já feito na dissertação de Furtado de Mendonça (2), acrescenta, de forma inédita, o uso que se fazia dos recursos minerais existentes em Portugal (capítulo VIII, Parte I - Da utilidade da viagem).

Para este autor, o reino mineral oferecia “infinitos productos para o uso das Artes” e “(…) diversas, e bellíssimas argilas, de que se faziam optimas manufacturas”. (…) As pedras, sais, enxofres, metais, semimetais e as terras são interessantissimas a todo o commercio” (Sá, 1783, p. 37)”..

Porém, sobre as terras classificadas como “*terras pro pictura*”, só é feito um breve apontamento sobre a sua localização junto a Monte Redondo. Nos restantes tipos, é referida a sua utilização na agricultura, nas artes do vidro, na tinturaria e na olaria.

O viajante em trabalho de campo deveria anotar se era a terra era “ochra”, ou seja, “uma terra provinda do metal resolvido, cujas partículas são coradas” e, em caso positivo, de que metal, se de “ferro, cobalto, chumbo, bismuto, zinco, cobre, prata, etc. (Sá,1783, p.133)”. José António de Sá (1783) acrescenta ainda, embora sem dar grande mérito, que havia quem visse na sua tonalidade, a indicação do tipo de mina presente: “ (...) a terra verde indica as minas de cobre, e a vermelha pálida o cobalto, a alva densa a prata, a vermelha obscura e negra o ferro, etc”. Mais interessantes são contudo as notas feitas pelo autor à cal e a alguns metais e minerais empregues no fabrico de pigmentos, tais como o chumbo e a pirite.

Tal como José António de Sá (1783), o naturalista Domingos Vandelli (1789) retoma, na *Memoria sobre algunas produccções naturaes deste reino, das quaes se poderia tirar utilidade,* as indicações já citadas por Luís Mendonça acerca da existência e localização no Reino de recursos minerais para pintura (Pinto & Andrade, 1998).

"Em grande abundância por varias partes deste Reino se achão Ocras amarellas, e encarnadas para uso da pintura, e nas praias do mar he frequente a arêa de ferro, e pricipalmente junto à mina de carvão de Buarcos se acha hum banco descoberto desta arêa conglutinada: da qual tenho extrahido óptimo ferro." (…) Não faltão argillas brancas, encarnadas, amarellas, e a terra verde muito estimada na pintura; a qual descobrio o Secretario desta Academia [Academia Real das Ciências de Lisboa] junto a Bussaco: a terra sombra se encontra em Cintra e também em Soure (…) e (…) outros semimetais, como o cinabrio, ou a mina de azougue nas vizinhanças de Castelo branco (…)"(Vandelli,1789, p.182).

Domingos Vandelli foi o principal idealizador das Viagens Científicas Portuguesas, ou Viagens Filosóficas como eram denominadas na época. Este médico italiano que chegou a Portugal em 1764, realizou diversas actividades que foram decisivas para a consolidação da ciência moderna neste país (Pataca, 2006). Para além dos estudos efectuados no reino, de que se realça o excerto acima transcrito, Domingos Vandelli impulsionou várias viagens às ex-colónias com o intuito de apurar as riquezas existentes. Dos trabalhos efectuados no Ultramar transcreve-se os excertos relacionados com matéria-prima para pintura publicados nas Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa também em 1789.

O primeiro artigo debruça-se sobre *algumas producções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas ou não se aproveitam* (1789), entre as quais figuram as terras coradas.

"O almagre (ochra ferri pulverea rubra) se acha no Maranhão, Pará, Piauhy, e na lha de S. Miguel. O ocre amarelo (Ochra ferri) do Pará, e do Rio Capim se tira hum ocre encarnado, de côr tão viva, que parece vermelhão. A terra Sombra (argilla umbra) semelhante á de Colonia para pintar, se acha em Piauhy, e no Maranhão. (…). A argilla branca, ou bollo branco (argilla bolus alba), ou bollo branco chamado Tabatinga se encontra em varias partes do Brazil, e principalmente no Pará, como também bollo encarnado (argilla bolus rubra)"(Vandelli,1789, pp. 205 e 206).

Apesar da menção à ilha de S. Miguel, é na ilha de Sta. Maria, parcialmente sedimentar, que ainda hoje se podem visualizar terras vermelhas, outrora economicamente importantes. Estão localizadas em Almagreira e na paisagem, hoje protegida, conhecida por Barreiro da Faneca ou Deserto Vermelho dos Açores e foram originadas pelo processo de erosão e transformação gradual da rocha basáltica. Da primeira era extraída o almagre para a pintura da loiça de barro, enquanto da segunda, talvez por se tratar de terras argilosas mais impuras, se recolhia o barro que servia a indústria da olaria, e que era também exportado para as outras ilhas (Le Pierre, 1912; Melo, 2003). Sobre o almagre e seus múltiplos usos, é também interessante relembrar o reparo do cronista açoriano Gaspar Frutuoso (século XVI) na sua obra *Saudades da Terra,* publicada pela primeira vez em 1873. Nesta obra, o autor, ao enumerar os produtos e manufacturas da Ilha da Terceira, repara que "uma furna nas proximidades da Agualva produzia almagre em quantidade, com que se tratavam os cavalos, pondo-lhes emplastos desta substância em lugar do bonarménico (bolo arménico)".

No segundo artigo, intitulado *Sobre as producçoes naturaes do Reino, e das conquistas, primeiras materias de differentes Fabricas, ou Manufactura*, Vandelli volta

a fazer uma súmula dos materiais para pintura, repetindo os dados já fornecidos anteriormente, e acima citados, excepto no que se refere a um determinado *Azul da Prússia ou Flor de anil fóssil das Minas Geraes* [Brasil].

2.2. Catálogos de Exposições Universais (final século XIX e inícios do XX)

Actualmente, pouco se sabe sobre as concessões para a extracção de matéria-prima para a produção de ocres e outros pigmentos terra em Portugal. Nada é referido a esse nível nos relatos consultados das Memórias da Academia das Ciências. A documentação encontra-se muito possivelmente dispersa e, na maior parte dos casos, espera por uma inventariação que revele a sua temática. No entanto, através dos catálogos de quatro Exposições Universais de cariz fabril publicados entre o final do século XIX e início do XX, é possível apurar a existência de algumas empresas que, embora, não aparentem ter-se dedicado por inteiro à extracção deste tipo de material, mostravam, pelo menos, um interesse inequívoco no mesmo ao ponto de exporem várias amostras. É o caso de uma comissão filial de Leiria que, na Exposição Universal realizada em Londres em 1862, exibe várias amostras de argilas coradas adequadas para pintura (Cabral, 1864).

"(...) 5 amostras de ocres de diferentes cores, procedentes das margens do Lena, onde elles abundam, fazendo parte do terreno cretáceo. As cores eram amarella, vermelha carregada, vermelha clara, cinzenta azulada e gridelem. Estas argilas eram" muito finas, e susceptíveis ainda de se obterem em estado mais perfeito por uma lavagem cuidadosa, e tanto pela sua boa qualidade como pelos excellentes tons das suas cores podem servir perfeitamente para pintura" (Cabral,1864, p.122).

A par desta menção directa às qualidades das argilas da região de Leiria, o engenheiro de minas de nome José das Neves Cabral, vogal da Comissão de estudo e membro do Júri Internacional elogia também os óxidos de ferro vermelhos, de origem portuguesa, no relatório que publica dois anos mais tarde sobre esta exposição. Neste, porém, nada é esclarecido sobre o aproveitamento dos minerais à base de ferro (III), sendo simplesmente realçado que com o desenvolvimento das condições para a lavra das minas em Portugal poderiam ser mais eficazmente exploradas as "excellentes hematites de Quadramil [distrito de Bragança] que formam uma faixa de mais de 8 kilometros de comprimento e um jazigo inesgotável" e as " (…) as excellentes hematites rubras da zona triassica da Beira (…)"(Cabral, 1864, p.212).
Em relação aos restantes jazigos de ferro, o autor aflora apenas a sua natureza e origem geológica: "(…) [vizinhança de Leiria] não faltam ali numerosos filões, contendo minérios de diversas qualidades, (…) até ao ferro oligisto [hematite pura] e d'este até ao ferro ochraceo subordinados mais ou menos às erupções dioríticas das vizinhanças de Alcanede, Porto de Mós e Leiria (…)"(Cabral,1864, p.214).

Decorridos cinco anos, José das Neves Cabral (Cabral, 1867)) é novamente o autor do catálogo das colecções de minerais úteis da Exposição Universal, desta vez, ocorrida em Paris. Nesta publicação, o autor volta a fazer uma serie de considerações actualizadas acerca da situação da Industria Mineira Portuguesa e dos materiais em exposição. Breves referências a ocres vermelhos encontram-se na lista de expositores do grupo V, classe 40, sendo originárias de Poiares e de Soure (Cabral, 1867) - talvez dos mesmos locais mencionados por António de Sá (1783) e Domingos Vandelli (1789).

Só em 1889, no catálogo da Exposição Nacional das Indústrias Fabris de Lisboa (Severiano & Barata, 1889) é que é fornecido um maior número de dados referentes a matérias para pinturas e à sua proveniência. Pela primeira vez, existe menção à sua existência e utilização como pigmentos na região do Alentejo, nomeadamente em Barrancos onde nos arredores da vila se encontrava " o ocre vermelho e amarelo

muito empregados nas pinturas locaes" (Severiano & Barata, 1889, p. 428). Estes ocres deveriam ser provenientes muito provavelmente de produtos de alteração de xistos corados, existentes na Serra Colorada. Ainda hoje, este local é relembrado pela população local como fonte de matéria-prima corada para as caiações tradicionais (3).

A outra referência na região do Alentejo, é de uma argila vermelha proveniente do Local da Barreira em Vila Viçosa, localização actualmente desconhecida.

No centro do País, são identificados "os ocres vermelhos e amarelos do Sitio das Picotas explorados em larga escala" (Severiano & Barata, 1889, p. 429). Pela Repartição de Minas são exibidas três amostras, duas de ocre amarelo (uma em pó e outra em pedra) e uma de ocre vermelho em pedra.

Vestígios de antigas explorações são ainda visíveis no Sitio das Picotas (Souto da Carpalhosa) perto de Várzeas, uma localidade a norte da cidade de Leiria, tendo sido possível entrevistar os descendentes de uma das pedreiras que exploravam estes materiais na década de quarenta do século XX.

Mais a norte, nos concelhos de Soure e Poiares, localizados no distrito de Coimbra, são novamente repetidos os já "conhecidos ocres e ampelites graphicas ". Do distrito de Santarém, é simplesmente anunciada a "grande variedade de argillas e entre ellas algumas que se podem applicar na pintura" enquanto no distrito de Lisboa são elogiadas as "boas argilas refractárias da Quinta do Grajal, Venda Secca, proximidade de Bellas bem como os magníficos ocres amarello e vermelho (…)"(Severiano & Barata, 1889, p. 343).

As instalações são o que restam desta exploração actualmente localizada numa área residencial. Por último, é revelada a existência de uma argila branca do Rosmaninhal (Município de Idanha a Nova, Castelo Branco) utilizada para "branquear as casas" (Severiano & Barata, 1889, p. 343).

No catálogo da exposição de 1889 é possível ainda identificar alguns dos Expositores (Severiano & Barata, 1889). É o caso de João da Costa Terenas da Quinta do Grajal que, a par das amostras de ocre amarelo e vermelho em pó já referenciadas, exibiu também amostras de cal parda e branca (em pedra e pó) de Manuel de Oliveira Jordão que expôs uma amostra de ocre amarelo em pó, produzida em Alcaidaria (concelho e Distrito de Leiria) e de João António Galhardas que, além de quatro amostras de argilas para cerâmica, possuía uma de ocre amarelo, oriundas de Alandroal (Município do Alandroal, Distrito de Évora). Estas representações já tinham sido assinaladas na Exposição Nacional da Indústrias Fabris, realizada um ano antes na avenida da Liberdade e voltam a estar presentes na do Museu Industrial e Comercial de Lisboa em 28 de Julho de 1893.

Ainda em 1889, a Direcção das Obras Públicas do Distrito de Braga, entre o espólio de argilas em exposição, apresenta especificamente para pintura uma ampelite decomposta do Local da Terra negra (freguesia de Ribeiros, concelho de Famalicão, Braga) cujo preço por metro cúbico era de 400 réis (Severiano & Barata, 1889). Esta é uma das raras menções encontradas nas fontes documentais consultadas a matéria-prima para fabricação de pigmentos pretos naturais embora em Portugal existissem outros minérios que, puros ou em concreções terrosas (terras pretas), também podiam ser aproveitados para esse fim, nomeadamente a grafite (carbono), que se encontrava também na Mina da terra Negra e em muitos outros depósitos, a maioria das vezes, misturada com argilas, quartzo ou manganês (ex. Mina do Lugar da Igreja ou a Mina dos ferreiros em Vila Nova de Famalicão, Braga) (Amilcar, 1928); a magnetite, um óxido de ferro magnético $FeO.Fe_2O_3$ (ex. Mina de Aires e Zambujal no concelho de

Alvito, distrito Beja) (Carvalho & Moura, 1928); a pirulosite (mineral composto basicamente por dióxido de manganés MnO_2) existente em vários jazigos de ferro da faixa piritosa alentejana (ex. Mina de S. Domingos em Mértola ou as minas de Aljustrel e Grândola) (Carvalho & Moura, 1931); a hematite cinzenta (ex. Herdade Negra, Mina de ferro da Freguesia de S. António do Capelim (concelho do Alandroal, distrito de Évora) (Moura & Carvalho, 1952).

Na quarta e última exposição consultada, realizada em Sevilha em 1929, as amostras de ocres amarelos e vermelhos não são oriundas de Portugal Continental mas das ex-colónias, mais precisamente de Cabo Verde e Angola.

3. A LAVRA NA PEDREIRA *PICOTAS* DE OCRES E ALMAGRES

Através do plano de lavra da pedreira das *Picotas* e de testemunhos orais (4), foi possível restituir algumas fases e perceber as dificuldades dos trabalhos realizados à picareta no interior das galerias e poços. O número de homens era limitado a 1 ou 2, no máximo, devido às reduzidas dimensões dos túneis (entre 1,5 m e 2 m de largura). O número total de empregados na lavra activa variava entre seis e oito. À data do requerimento da Pedreira de *Picotas*, o campo de exploração estava limitado aos poços 1 e 2 com 4 m x 2 m, apetrechados com dois canais: um com escadas para a" baixada" do pessoal e outro que servia para a evacuação do material. De 25 em 25 metros, eram abertos 2 pisos, deixando maciços de protecção de 5 m de espessura à superfície e sob a rolagem do 1º piso. Rolagem era o nome técnico das galerias escavadas na direcção da camada a extrair e que tinham 1,70 m x 1,50 m. Estas ligavam os dois poços aos vinte metros de profundidade, assegurando, desta forma, a ventilação e o escoamento das águas (metade para cada poço), onde eram recolhidas em caldeiras (Fig.1).

Nas galerias, eram abertas chaminés de extracção, de vinte em vinte metros, por onde era evacuado o material à medida que se ia extraia com o método dos degraus invertidos (Fig.1). Daí era transportado por carrinhos de mão até à câmara de carga do poço de extracção, onde era colocado dentro de mansardas (um tipo de cestos de palha) e elevado para o exterior por meio de sarilhos manuais.

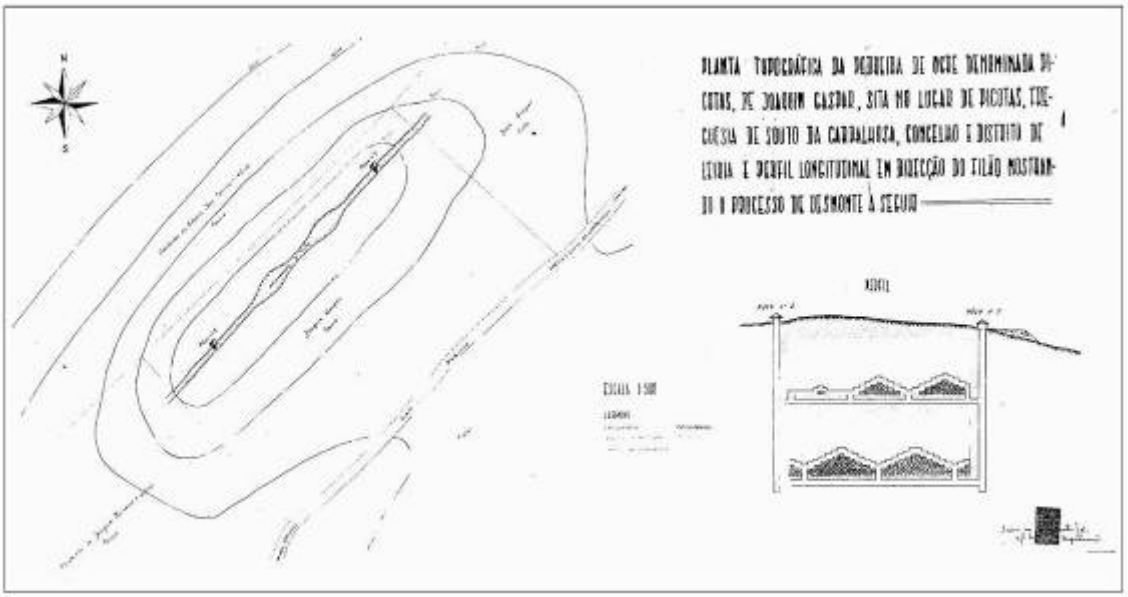


Fig.1 - Planta topográfica e corte longitudinal em direcção do filão mostrando o processo de desmonte pela técnica dos degraus invertidos (documento anexo ao requerimento da pedreira de *Picotas*)

As paredes das galerias eram reforçadas com tabiques ou troncos de madeira à medida que as escavações iam progredindo. Os trabalhos subterrâneos eram efectuados por turnos com auxílio de candeias a óleo. Os trabalhos nocturnos (até cerca da 1h) eram correntes devido às temperaturas mais amenas no interior das galerias.

Noutra exploração de ocres e almagres ao lado de *Picotas,* pertencente a José Francisco Crespo, o método aparentava ser idêntico. Actualmente só subsiste a entrada de uma galeria horizontal, talhada na encosta do monte. Os poços destas duas explorações encontram-se completamente entulhados e rodeados pela vegetação envolvente.

A lavra não era feita de forma contínua ao longo do ano, mas apenas nas épocas secas, devido à natureza argilosa do material a extrair e para segurança dos operários. Joaquim Gaspar, proprietário da pedreira *Picotas*, numa das cartas escritas ao Engenheiro Chefe da Circunscrição Mineira do Sul a 15 de Março de 1954, justifica a fraca produção pela suspensão da lavra a partir do momento em que o escoamento das águas se tornou mais dispendioso. Na altura, a pedreira encontrava-se semi-inundada, o que tornava a descida impossível ou muito difícil. Joaquim Gaspar acrescenta ainda nesse documento que a exploração era muito modesta e que o mercado não comportava uma exploração activa e constante, o que o levava a proceder desta forma. Nesta pedreira, por estes ou outros motivos não clarificados, não seriam executados trabalhos em 1955, em 1959 e aparentemente a partir desta data, apesar de os seus descendentes só terem dado baixa da exploração a 14 de Dezembro de 1973.

Na exploração vizinha, de José Francisco Crespo, a matéria-prima extraída era recolhida por carroças de tracção animal e transportada para a aldeia Souto da Carpalhosa (distante de um quilómetro) onde era espalhada em eiras para secar antes de se proceder ao seu transporte para a estação ferroviária de Monte Real. O mesmo deveria acontecer com o ocre explorado por Joaquim Gaspar que noutra carta, enviada a 31 de Março de 1948 ao Engenheiro Chefe da Circunscrição, anunciava os preços por tonelada do barro ocre posto em vagões. Conforme a “qualidade e escolha”, os preços variavam entre os 400$00 e 450$00.

4. AS INDUSTRIAS DE TERRAS CORANTES NACIONAIS (DÉCADA DE 40 A 60)

Actualmente, das 31 indústrias de terras corantes registadas entre 1938 e 1947, só uma firma mantém a laboração e ainda em moldes artesanais. Trata-se da Firma Abílio Lopes, Lda. localizada na cidade de Torres Novas, fundada a partir da sociedade Cardoso, Lopes & Cruz na década de cinquenta (5) Através da sua proprietária (D. Conceição Lopes) foi possível reconstituir as fases de transformação da matéria-prima que era extraída por ela e pelo seu esposo em vários pontos do país, nomeadamente no Ribatejo (terras amarelas), nas Beiras (terras pretas) e na Beira Litoral (terras vermelhas). A região Centro e Norte também era a fonte principal de matéria-prima da empresa Augusto Gomes dos Santos, sita na freguesia de Arcozelo até 2003, embora neste caso o proprietário não extraísse mas adquirisse o produto - em rocha ou em concreções terrosas - já em pedreiras (de que é ex. a da *Picotas*) ou em propriedades privadas. Este último fabricante também utilizava matéria-prima de origem estrangeira que desdobrava com cargas nacionais (ex. barite e calcite).

Alguma terra preta (produtos de alteração de xisto) e a calcite eram oriundas do Alentejo (zona de Beja e Estremoz) embora as do Concelho de Leiria também fossem apreciadas. Da zona de Famalicão também provinham minérios pretos (Augusto Gomes dos Santos).



Fig. 2: Etapas da extracção e manufactura na firma Abilio Lopes, Lda.: A) extracção no terreno (imagem exemplificativa]); B e C) secagem; D,E,F,G- equipamento de processamento: tapete rolante para transporte das terras (D), torre composta por 4 moinhos de martelos e vários peneiros (F); moinho de galgas; H) mesa de afinação de cores e produto final (I). (créditos M.Gil 2007/8).

A firma Abílio Lopes só pontualmente comprava a matéria-prima, tendo chegado a adquirir pirite na Mina do Cercal do Alentejo (Distrito de Setúbal) para a fabricação de roxo-rei e óxidos de ferro vermelhos. Estes fabricantes, com base no conhecimento empírico dos terrenos, extraiam as terras coradas em propriedades particulares, nas quais "compravam por tempo determinado" a parcela de terreno com interesse (Fig.2).

O local era escolhido pela cor do solo e depois, por meio de um corte preliminar, era feita a confirmação da sua adequabilidade. No caso positivo, eram então abertas valas até alcançar as camadas de cor mais pura que se situavam normalmente entre os 3 a 4 metros de profundidade. Após a extracção das terras, as valas eram novamente cobertas com a porção de terra não aproveitada. A parcela recolhida era então transportada em camiões até à oficina onde era descarregada em cima de eiras para secar (Fig.2). Este processo é ainda hoje praticado pela D. Conceição Lopes.

A secagem das terras é feita ao sol durante o tempo necessário para perder a humidade. Esta é a primeira etapa da manufactura, a que se seguem, a peneiração e a moagem por via seca com moinhos de martelos (Fig.2).

A afinação das cores é ainda feita por ensaios sucessivos preliminares, sendo depois a mistura final efectuada com recurso a misturadores accionados por meio de motor eléctrico. A última fase do processo consiste na divisão por lotes consoante a sua cor.

O tratamento a seco parece ter sido o mais praticado pelas pequenas a médias empresas portuguesas. Pela lista dos equipamentos que acompanhavam os pedidos de condiciomento é possível concluir que muitas das oficinas deveriam trabalhar em regime caseiro e em moldes ainda muito rudimentares, dispondo apenas de um peneiro manual e 2 galgas (Oficina manual de terras de sienne, almagre e ocra, Joaquim Pedrosa Ventura, 1941); de um moinho de 4 mós, com 0,90 m de diâmetro, accionadas a água (Moagem de barro amarelo) para o fabrico de ocas, José Rodrigues Figueiredo, 1941); de duas galgas accionadas por tracção animal e peneiros manuais sendo um rotativo (Oficina de moagem de terras corantes, José

Francisco Joaquim, 1943); de uma mó accionada por roda metálica (fabricação de ocres, Artur V. Fernandes, 1943) ou de um casal de mós com diâmetro de 0,95 m e 1 motor eléctrico de 10 CV (Fabrica de moagem de barros brancos e produção de terras corantes, António Armando de Pinho, 1947).

As firmas com maior poder económico requereriam, no geral, equipamentos que contemplavam um conjunto diversificado de operações para a beneficiação e apuramento dos produtos finais (ex. lavagens, decantações e calcinações), aproximando-se desta forma dos processos praticados em Itália e em França (Scarzella & Natale, 1989; Delamare, 1999). Em baixo, citam-se dois exemplos da variedade de situações encontradas.

"Um moinho de pedras, um moinho de rolos, três peneiros mecânicos, uma bancada para lavagem, cinco tanques ou dornas para decantação das águas de lavagem, quatro noras e um forno para calcinação com uma capacidade aproximada de 8 m^3. (Indústria de terras corantes e óxidos de ferro, Adolfo Pinto, 1942 (6)

Um moinho de bolas, com 50 kg de capacidade, absorvendo a potencia de 1 CV, um mexedor mecânico com 75 litros de capacidade, absorvendo a potência de 0,5 CV e quatro tanques decantadores, com 2,0x2,50x0,50 m, destinados ao aproveitamento dos óxidos de ferro como pigmentos vulgarmente conhecidos pela designação de almagre, roxo-rei e oxido de ferro. (Oficina de preparação de minérios e fundição de estanho, Alexandre Ferreira Barros, 1944 (7).

Algumas destas indústrias acumulavam várias actividades, como por exemplo, a empresa Serração e Terras Corantes, Lda. que, para além do processamento das terras coradas, realizava trabalhos de serração de madeiras e de carpintaria. Segundo a lei era permitido o alargamento à exploração de outras actividades desde que se lhes reconhecesse o interesse social. Algumas destas empresas fabricavam também tintas, como era o caso do Armazém de Matérias Corantes, de E. Brunner & Cª Lda. ou da Oficina de óxidos vermelhos e amarelos e calcários de José da Silva Flores Júnior, 1947.

5. CONCLUSÃO

Este levantamento, de que aqui se apresenta alguns dados, revela uma realidade até agora pouco conhecida sobre fontes nacionais de matéria-prima para pintura, da sua extracção e manufactura de pigmentos terra. Os inventários feitos pelos naturalistas correspondentes da Academia Real da Ciências de Lisboa e mais tarde os catálogos das Exposições Universais revelam a existência de terras coradas que podiam (ou que eram) utilizadas em pinturas. A sua extracção encontra-se documentada por dois processos de pedreiras, sendo de salientar a de *Picotas* que demonstra igualmente as dificuldades da lavra e do escoamento dos materiais. Muitos outros processos ainda devem ainda estar por descobrir. Por último, é de enaltecer a actividade do que se pensa ser uma das últimas indústrias de terras coradas nacionais (Firma Abílio Lopes, Lda) que possibilitou entender o processo de fabrico deste tipo de pigmentos ainda em moldes artesanais.

Bibliografia

Amílcar, M. de Jesus (1928). *Minerais de Portugal Continental*. Lisboa: Officina da Secção de Publicidade do Museu Comercial.

Base de dados de Pedreiras, disponível em http://e-geo.ineti.pt/bds/pedreiras/default.aspx (acesso 29-01-2009).

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 4º Ano, (157-208) Setembro 1940 a Setembro 1941.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria. 5ª Ano, 209-261, Setembro 1941 a Setembro 1942.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 7º Ano, (314-365) 15 Setembro 1943 a 6 de Setembro 1944.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia. 9º Ano, 418-469, 12 Setembro 1943 a 4 de Setembro 1946.

Cabral, J. A. C das Neves (1864). *Relatório sobre a Exposição Universal de Londres de 1862*. *Estudos geológicos, mineraes úteis e suas applicações (mettalurgia e lavra de minas).* Lisboa: Imprensa Nacional.

Cabral, J. A. C das Neves (1867). *Catalogue descriptif de la collection des mineraux utiles, accompagné d'une notice sur l'industrie minerale du pays*, Exposition Universelle de Paris en 1867. Paris: Librairie Admnistrative de Paul Dupont.

Carvalho, A. F.; Moura, M. F. de (1928). *Curso elementar de mineralogia*, 2ª ed., propriedade e edição dos autores. Coimbra: Livraria depositária Moura Marques & filho.

Carvalho, A. F.; Moura, M. F. de (1931). *Curso elementar de mineralogia*, 3ª ed., propriedade e edição dos autores. Coimbra: Livraria depositária Moura Marques & filho.

Catalogo Oficial da Exposição Portuguesa em Sevilha (1929). Lisboa: Imprensa Nacional.

Frutuoso, G. *Saudades da terra*, http://www.ihit.pt/new/capitulos.php?id=38 (acesso em 22-01-2009).

LePierre, C. (1912). Estudo químico e tecnológico sobre a cerâmica português moderna. *Boletim do trabalho Industrial*, 78, pp. 3-180.

Melo, J. de Andrade (2003). Áreas protegidas de Santa Maria". *Jornal o Baluarte,* Santa Maria, 25 de Março de 2003 (disponível em …).

Moura, J. E. da Costa; Carvalho, J. L. da Silva (1952). *Catálogo das minas de ferro do Continente*. Tomo II, Direcção Geral das Minas e Serviços Geológicos.

Nunes, F. (1982). Arte da pintura, simetria e perspectiva (1615*). Colecção Paisagem-Arte*-2, Lisboa, Porto.

Pacheco, F. (2001). *El arte de la pintura*. 2.ª ed, Edição de B. Bassegoda i Hugas. Madrid: Ediciones Cátedra.

Pataca, E. M. (2006). *Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808)*, Tese de Doutoramento da Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas.

Pinto, M. S; Andrade, A. S. (1998). Sobre o conhecimento dos recursos minerais de Portugal no séc. XVIII'. *Comunicação dos serviços geológicos de Portugal*, Tomo 84, 2, pp. 38-41.

Plínio (1965). *Natural History.* Harvard University, Cambridge.

Sá, J. A. de (1783). *Compendio de observaçoes, que formão o plano da viagem politica, e filofofica, que fe deve fazer dentro da Pátria*. Lisboa: Officina de Francisco Borges de Sousa.

Vandelli, D. (1789). Memorias sobre algumas produções naturaes deste reino, das quaes se poderia tirar utilidade. *Memórias Economicas da Academia Real das Sciencias de Lisboa, para o adiantamento da Agricultura, das Artes, e da Indústria em Portugal e suas Conquistas*, Tomo I. Lisboa: Officina da Academia Real das Sciencias, pp. 176-186.

Vandelli, D. (1789). Memoria sobre algumas producções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitão. *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa,* Tomo I. Lisboa: Na Officina da Academia Real das Sciencias, pp. 187-206.

Vandelli, D. (1789). Sobre as producçoes naturaes do Reino, e das conquistas, primeiras materias de differentes Fabricas, ou Manufacturas. *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa,* Tomo I. Lisboa: Na Officina da Academia Real das Sciencias, pp.223-243.

Severiano, M., Barata, J. A. (1889). *Catalogo Descriptivo da Secção de Minas (Grupo I e II).* Associação Industrial Portuguesa. Exposição Nacional das Industrias Fabris, Lisboa: Imprensa Nacional.

Notas

(1) Actualmente, estes processos são da responsabilidade do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETTI) e das Direcções Regionais de Economia (DRE). Os dois registos de pedreiras foram encontrados na base de dados online GEO sob a numeração 1440 e 847 (Pedreira *Picotas* e *Lavradio*).

(2) Dissertação intitulada *De incremento agricultae quod obtinetur ex. Historia naturali, Physica Experimentali, et Chimica*. Luís António Furtado de Mendonça seria o primeiro a receber o grau de Doutor em Filosofia depois da Reforma Pombalina. (Pinto, M.S., Andrade, A.S., 'Sobre o conhecimento dos recursos minerais de Portugal no séc. XVIII' in *Comunicação dos serviços geológicos de Portugal*. Tomo 84, Fasc2 (1998), 1998, p. 38.

(3) Prol, Sr.ª Margarida (habitante da vila de Barrancos) e Dr. Domingas Fernandes (Historiadora, Câmara Municipal de Barrancos). Informação pessoal (em 5-01-05).

(4) Os relatos da lavra foram concedidos por Manuel da Relva Crespo e Eulália Duarte da Relva Crespo, respectivamente filho e neta de José Francisco Crespo. Este era o proprietário de outra exploração de ocres, localizada a poucos metros da de Joaquim Gaspar (proprietário da Pedreira *Picotas*). As duas estiveram em actividade na mesma época, isto é da década de 40 até cerca de 60. O método de lavra foi relatado por Joaquim Pinhal (81 anos), um antigo funcionário de José Francisco Crespo. Em relação à exploração de Joaquim Gaspar, foi feita uma breve entrevista à filha de um dos funcionários.

(5) Livro de notas, nº 443, fls. 55, Secretaria Notarial da vila e comarca de Torres Novas, 1952 (documento gentilmente fornecido pela viúva de Abílio Lopes).

(6) Pedido feito a 8 de Julho de 1942, Boletim nº 242 (p. 419).

(7) Pedido feito a 12 de Janeiro de 1944, Boletim nº 252 (p. 618).

Agradecimentos
Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Bolsa de Estudos SFRH/BD/12636/2003, financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia com o co-financiamento do POCI2010 e FEDER, e Projecto POCI/HEC/59555/2004, financiado pela mesma entidade. Agradece-se igualmente a Direcção Regional de Economia de Coimbra pela leitura e fotocópia da documentação relativa ao processo da pedreira de *Picotas*.

Curriculum
Milene Gil, Conservadora-Restauradora de pintura mural (Freelancer) em actividade desde 1995. Realizou trabalhos em Portugal e no estrangeiro, de que se destacam os efectuados no Instituto Centrale de Roma, Laboratório de Pompeia (Itália), Centre de Peinture Murales Romaines (CNRS-Soissons, França) e no mosteiro copta de El-Suryan (Egipto). Doutoranda em Conservação e Restauro pela FCT/UNL (em fase de conclusão).

A SYNOPSIS REVIEW OF EARTHEN ARCHAEOLOGICAL HERITAGE

Mariana Correia
CICRA-ESG Research Centre
ESG/ Escola Superior Gallaecia
Largo das Oliveiras, 4920-275 Vila Nova de Cerveira, Portugal
Tel. (+351) 251 794054, Fax (+351) 251 794055
E-mail: arqmarianacorreia@gmail.com

Theme 1: Archaeology, Anthropology and Art
Key words: archaeology, heritage, history, conservation

Abstract
A large number of archaeological remains from earthen settlements have been identified throughout the world. This paper presents a summary review of literature addressing this archaeological heritage. From a first approach developed by the author (Correia, 2006), the literature review intends to go further and emphasize how earthen architecture was part of monumental heritage of ancient civilisations, but also important settlements from complex cultures. In distinct continents and antique times flourished a great diversity of societies that applied earth, as major building material. This paper addresses a review of ancient earthen sites identified in the Middle East, Iranian plateau, Ancient Egypt, Southeast Asia, Central Asia, Eastern Asia, American continent and European first landmarks. As a synopsis review, main examples of earthen archaeological sites will be mentioned throughout the paper.

1. INTRODUCTION

Since pre-historic times, soil has been used for protection, through sheltering and building. Diversity in earthen architecture is revealed by the variety of the built heritage, but also by the multiple building techniques applied, from pre-history to the present day. Each technique incorporates an extensive diversity of typologies. Each variant presents intrinsic characteristics that determine its building application. The variety of these features is broadened, especially if it is taken into account the distinct construction tradition of each region and country with regard to type, morphology, systems and applied materials. The mentioned diversity is also recognised through time and location. In the same time period, exceptional earthen archaeological heritage is revealed in different continents. This paper intends to address a summary review of these earthen structures.

2. EARTHEN ARCHAEOLOGICAL HERITAGE

Throughout the world, several archaeological campaigns have identified a very rich variety of earthen construction. Through the review of literature of earthen heritage surviving from antiquity, it is recognised that there are specific regions known to the present time, where earth was more consistently used, as a material of construction for monumental structures and important settlements. In fact, most of the oldest surviving earthen structures are located in the Valleys of the rivers Tigress (Iran), Euphrates (Irak and Syria), Nile (Egypt), Jordan (Israel/Palestine, Jordan), Indo (India and Pakistan), the river Murghab (Afghanistan, Turkmenistan) and the river Huang (China).

However, there is a general predominance of earthen heritage in the Middle-East, in particular in the region formerly called Mesopotamia, considered the birthplace of the first cities. The Mesopotamian cultures that emerged around 6.000 BC started the urban revolution (Aurenche *et al*., 2001, p.1191). Nowadays, this area is partially integrated in Iraq, Syria and western Iran, extending to the Persian Gulf. The development that took place in this territory created a current of tradition that lasted more than three millennia, based on the cuneiform writing (Bahn, 2005, p.159). Several earthen cities from this period are known. This is the case of Mari in the centre of Mesopotamia, or Susa in its southeast. To the south of Mesopotamia, approximately

around 2.750 BC were located the cities of Babylon dominated through some time by the Acadian empire and even south, the Sumer empire dominated Uruk, Ur and Eridu cities with several identified remains in earth construction (Guillaud, 1997, p.387-388). Some of these settlements will be examined through.

3. THE FIRST COMPLEX CULTURES BUILT IN EARTH

3.1 Middle East

During the early Neolithic, there were several complex cultures living in earth structures. Some of them will be mentioned, as they illustrate the constancy of earthen building in Neolithic societies. Located in Palestine, **Jericho** is one of the earliest settlements, clustered between 8.400 to 8.000 BC (Aurenche *et al*., 2001, p.1195). In the circular huts of the original agglomerate, adobes were identified dating from 6.800 BC (Sauvage, 1998, p.41). In 5.500 BC, dwellings already presented a rectangular plan, with a stone foundation and walls in adobe. The pavement and the roof were of earth and daub (Owen, 2009, p.5). Since then, until the decline of the city, there was a continuous improvement in constructive and organizational terms. The renowned wide surrounding walls of Jericho were made of earth, which allowed the fortification and protection of the city from several outside attacks (Correia, 2006, p.14). From the Pre-Ceramic Neolithic, around 8.000 BC, hand made earth bricks constituting circular dwellings were identified in **Netiv-Hagdud**, also located in Palestine (Chazelles-Gazzal, 1997, p.47). One of the first examples of large Neolithic settlement is **Çatal Höyük**, dated from 7.300 to 6.800 BC (Aurenche *et al*., 2001, p.1197) and located in the actual territory of Turkey. Bahn mentions the place was vast, extending to about 13 hectares (2005, p.274). It contained approximately 5.000 inhabitants at a time, when the traditional Neolithic village was considered to be of much smaller dimensions. In the city, the structures were built so close to each other that probably most of the entrances were by the top. The interior of the buildings were highly decorated. The archaeological station keeps being actively researched.

During the Mesopotamia period, the city of **Tell Hassuna** (on the present territory of Iraq) was built in adobe, approximately around 5.500 BC (Owen, 2009, p.5). Another important ancient city is **Samarra** from 5.500 to 4.800 BC (Guillaud, 1997, p.382), which reveals rectangular adobe houses with multiple rooms and external buttresses (Owen, 2009, p.8). In Samarra, adobe city walls surviving through thousands of years can still be observed nowadays (Warren, 1999, p.15). In spite of major erosion, which created great decay and degraded structures, the walls are still standing. There is also reference from 3.500 to 3.000 BC to **Uruk**, the most populated urban settlement from the Mesopotamia first period. In Uruk, two large temples built in adobe can still be visited nowadays (Bahn, 2005, p.158). Unfortunately, the site is abandoned and archaeological remains are decaying rapidly. In **Ur**, capital of the ancient civilization of Sumer, dated from the 3rd Millennium BC, was the large Ziggurat of Nanna. Originally, this structure, consisting of multiple platforms (typical architecture from the Mesopotamia period) was built in adobe and later was faced with fired brick. On the last platform was located the sanctuary. The royal cemetery at Ur, dated around 2.600-2.500 BC, also reveals earthen decorated structures (Bahn, 2000, p.68). Several of these ancient earthen structures have been excavated, with minimum conservation procedures and lack of comprehensive protection of the archaeological excavations.

In the antique Assyria, part of present Syria, the ancient city of **Ebla** and its fortified earthen walls are true remains of a highly organised culture, which is also revealed by the thousands of clay tablets founded in the city. Ebla was a state-city from the late 3rd millennium BC (Bahn, 2005, p.336). Ebla's royal palace built in adobe also reveals some architectural complexity. Another important earthen city is **Mari**, from around 2.800 BC (Guillaud, 1997, p.385). Presently, it is going through major archaeological campaigns, which is exposing the city and the adobe palace. For 20 years that the

Bureau des Antiquités from Syria, within the University of Damas and CRATerre-ENSAG have been working in cooperation for the conservation of the archaeological site. A major and consistent conservation process is being applied in daily terms.

3.2 Iranian plateau

One of the oldest adobe remains were identified in **Tell Aswad** and **Sialk** sites. These square moulded adobes were identified as being from the 5th millennium (Chazelles-Gazzal, 1997, p.47). It is also important to mention the ancient city of **Susa** (known also as Sush), a site still under the influence of Mesopotamia, from 2.250 BC (McEvedy, 1961, p.27). Susa is located in the southwest of actual Iran, near the border of Irak. These archaeological ruins were excavated for 30 years without conservation measures. As a result a layer of 11m was extracted from the hill, and the ancient old city was exposed to the weather conditions. Recently some conservation procedures were implemented, but they were discontinued. Presently, much of the remaining walls continue to decay. An interesting site is Kabnak, more known as **Haft Tappeh** which was mostly built in adobe and dates from 1.500 BC (Gandreau, 2005, p.17). When visited in April 2008, it was also observed that conservation actions had been applied and monitoring was being taken place. Another impressive example of earthen ancient architecture is the ziggurat of **Chogha Zanbil**, the ancient Dur-Untash in the southwest of Iran. It has 25m high and dates from 13 century BC (ibid., p.17). The ziggurat has been having a consistent management plan implementation, with intensive recording; for instance, the drawing and analysis of each brick and archaeological finding, to the development of procedures for material and site conservation. It is considered a case study example with constant measures of maintenance and systematic monitoring. From another standpoint, the ramparts of **Tous**, in Iran, with an impressive extension of 7100m of length, and a surrounded area of 348,5 hectares (Azad, 2003, p.31) are a remarkable example. In spite of an existence of 500 years with no maintenance, the walls are still standing fairly well. The remaining rampart walls present at its highest point 10 meters and a width of 6 meters ground level and 2.5m at the top (Bahn, 2000, p.31), which can justify their durability to weather conditions. Iran presents extensive examples of remarkable earthen sites, such as **Arg-e Bam**. This ancient citadel with more than 2000 years became World Heritage Site in 2004, following a damaging earthquake.

3.3 Ancient Egypt

The site of **Shunet el-Zebib** built in approximately 2.750 BC, in Egypt is one of the oldest adobe standing monuments in the world and one of the last remains of *'monumental mortuary complexes built at Abydos by the early dynastic pharaohs'* (World Monuments Fund, 2008a). If there is no urgent intervention *'the walls of this highly important and very rare monument could collapse within a few years.'* (ibid., 2008a). In Ancient Egypt, the **Ramesseum** a store for cereals from the time of Ramses II was also built in adobe (Steele, 1997, p.25), with 'Nubian' arches and vaults. It is impressive that with close observation, the fingerprints of the workers that moulded the adobe can still be seen. Unfortunately, the original structure is in structural danger. Also of great plastic expressivity are the **Fatimid tombs**, built in adobe, in Egypt at the end of 10th century AD (ibid., p.26). They are vigorous structures, of waving forms. As the Ramesseum, they were fundamental in the affinity of the architect Hassan Fathy, with the historical and vernacular earth architecture of his country. Presently, they are abandoned, without adequate protection.

3.4 Southeast Asia

In Pakistan are located the ruins of the adobe village of **Mehrgarh**, from about 7.000 BC (Bahn, 2005, p.154). This is the village that gives few evidence concerning to the origins of agriculture in the Indian subcontinent. It is relevant to note the large round towers added to the high adobe walls. After being exposed from archaeological

diggings, the structures are actually neither protected from the weather nor under conservation procedures. This entails rapid material decay. Another important site to be mentioned in Pakistan is the vast city of **Moenjodaro**. Located in the Indus valley, this World Heritage archaeological ruin was listed in 1980. Moenjodaro presents invaluable remains built entirely of adobe from the 3rd millennium BC providing *'evidence of an early system of town planning'* (ICOMOS Documentation Centre, 2008, p.153).

The monastery of **Paharpur,** in Bangladesh, built from the 7th century AD onwards, is the biggest Buddhist monastery in the south of Asia. It is located 40kms from the capital Mahasthan. Due to the almost non existence of stone in the region, the central part of the sanctuary is entirely built in adobe and is considered a wonder of engineering. The other components are constructed in fired brick. Presently, it is 22m high, but originally, it was supposedly 30m (Scarre, 2000, p.135). Unfortunately, it is without consistent conservation action.

3.5 Central Asia

In the region of Turkistan (embraced by Kazakhstan, Uzbekistan, Turkmenistan, Afghanistan, Tajikistan, Kyrgyzstan and Chinese Turkistan) several earthen structures should be mentioned. Gandreau analyses the important earthen archaeological sites of Nisa, Merv and Gonur Depe in Turkmenistan and Adjina Tepe in Tajkistan (2005, p.15). Abduraschidow *et al.* refer that in the Republic of Uzbekistan the city walls of **Afrasiyab**, the predecessor of today's Samarkand were built in earth (2004, p.248). The historic complex of **Kirk-kis** in the old city of Termiz, but also several wall remains from palace structures near **Sarafschan** were built in earth (ibid., 248). The city of **Buchara** has its walls of earth profoundly affected by erosion. Unfortunately, the lack of maintenance has caused some areas to partially collapse. Warren mentions that the earth rendering on the top of these adobe walls, delayed the process of degradation (1999, p.145). Another important site to be mentioned is **Merv** dated from VI to IV BC (Grandreau, 2005, p.18) located in Turkemenistan. Merv also presents earthen remains with the same type of abandoned excavations. Cooke underlines the particular risk of erosion present at the Archaeological Park of Merv, due to *'the intensity of the earlier archaeological work'* (2003, p.102). The same happens with the three adobe fortresses at **Ayaz Kala**, in Uzbekistan. These are the few remains of palaces and forts built between the 4th century BC and the 7th century AD After 1.300 years of abandonment, they were exposed by the archaeologist Tolstov in the 1940's (World Monuments Fund, 2008b). Since then, they have been unprotected, surviving hardly to natural decay. The fact that they were not reburied and did not received any measurement of protection, exposes them to rapid decay. Most of the mentioned heritage never went through any kind of comprehensive conservation process, just small repair actions. This explains the creation of *Central Asia Earth 2012 (2002-2012)*, a UNESCO programme directed to the protection and conservation of earthen monumental heritage in this region.

3.6 Eastern Asia

Large parts of the **Great Wall of China**, built between V-III BC and XV-XVII AD were constructed in rammed earth. The thickness of the layers varied between 0.03m and 0.20m (Scarre, 2000, p.214). Some of its sections were later faced with stone. The first walls were constructed in earth pressed between formwork. In the Gobi Desert and the region of steppes, the compacted soil was mixed with palm leaves and bamboo, and the layers had a thickness of 0.15m. In spite of the erosion, the survival of parts of the great wall, dated to 656 B.C., certifies to the durability and resistance of this construction (Correia, 2006, p.14-15). Other important standing earthen structures in China are the hundred or more **towers of Dunhuang** region. They were built in rammed earth or large flat adobes of 38cm by 25cm by 9cm. These towers have 17m

of diameter, 25m of height, and contributed to long distance communication (Scarre, 2000, p.215).

3.7 American continent

In South America, throughout the Peruvian territory, one can identify ancient pyramids mostly built in adobe. These earthen structures, better known as **Huacas** are monumental sacred structures. In this context, it is important to mention the Huaca de Las Flores in Lima, the Huaca Las Estacas in Túcume; Huaca Las Ventanas and Huaca Loro in Sicán; Huaca Cão Viejo and Huaca El Brujo, in Magdalena of Cão; Huaca del Dragón, in Trujillo (Franco Jordan, 1993), among other huacas spread across the country. Murals, bas-reliefs, friezes and sometimes the existence of tombs of noblemen are common to find in the Huacas. Unfortunately, if not informed, tourists could believe that some are mountains of earth debris, as most of them are suffering from severe degradation. The complex of **Huacas de Moche** is located 7kms from Trujillo and it was built during the Moche Period (100-600 AD) (Franco Jordan, 1993, p.1). The complex is composed by the Huaca del Sol, believed to have a more administrative function at its origin. This Huaca was probably built with 140 million adobes, which converts it probably in the widest world structure built in adobe (ibid., p.64). Whereas the Huaca de La Luna had a ceremonial and religious function and measured approximately 32m of height, 290m from north to south, 210m from east to west and used 50 million adobes in its construction (ibid., p.64). The archaeological excavations revealed adobes of different shapes and sizes, from different time periods. Also vital to be mentioned is the complex of **Chan Chan**, the capital of the Chimor Empire that reached its splendour in 1.450 AD. Actually the earthen complex has 14 Km^2, however, its original area was about 20 Km^2 (Valle Alvarez, 2004, p.9). It is considered the largest earthen site in the world. Unfortunately, the few entailed conservation measures are not sufficient to discontinue the rapid material loss. This world heritage site is at risk of being irremediable lost.

In North America, several **Chihuahua missions** located in Mexico, and dated from the 16th to the 19th centuries have not received adequate intervention conservation measures. This is the case of San Juan de Dios (Janos), San Antonio de Padua (Casas Grandes), Santa Rosalia de Cuevas (Belisario Dominguez), among others. Several of these missions are archaeological ruins listed in the 2008 World Monuments Watch List of 100 Most Endangered sites, in need of urgent intervention (World Monuments Fund, 2008c).

In the United States, numerous archaeological earthen ruins are important witnesses of vanished Native American cultures (such as the Anasazi), but also remains of recent American history, as is the case of **Fort Selden** and **Fort Union**, from the XIX century, or several **Missions** from the XVIII and XIX centuries (such as Mission de San José de Gracias, Mission El Santuario de Chimaye, Mission de San Gerónimo, Mission San Xavier del Bac, etc) (Correia, 2006, p.16). Most of the archaeological remains are scientifically study and under comprehensive conservation processes. For instance, **Casa Grande**, in the state of Arizona has been thoroughly researched through the years. It was one of the earliest (1932) world monuments to receive one of the largest shelters over a single structure, in order to delay the decay of the monument (Matero, 1999, p.204). Some structures were built in naturally occurring scarps, which is the case of **Montzuma Castle**, a remarkable example of an earthen structure built

3.8 European first landmarks

The existence of several pre-historical landmarks identified in Europe should be mentioned. These are considered cultural landscape heritage through erected and excavated elevations. This is the case of **Maumbury Rings**, near Dorchester, Dorset, in the UK, with hand made concentric land formations (Whitbourn, 2000, p.47). Also the

huge circle trench in **Avebury** is profoundly embedded in the rural landscape of Wiltshire. **Silbury Hill** is another example of a Neolithic fortification (ibid., p.47) that can be found in the south of England. Several remains of this earthen heritage can be identified throughout Europe, especially in France, Portugal and Spain. The understanding of earthen building in cultural landscapes gives a more balance and integrated approach to earthen architecture significance.

Several other sites with earthen archaeological remains were identified in Europe. For instance, in **Saint-Blaise**, but also in **Saint-Pierre-les-Martigues**, France, adobes were recognised from the VI century BC. In the Hérault valley, the two sites of **Agde** and **Bessan** with adobe structures were identified as having Hellenistic foundations (Chazelles-Gazzal, 1997, p.51). In Italy, the sites of **Russellae** and **Vetulonia** are evidence dating from the VII century BC with adobe structures in the top of stone foundations (ibid., p.49). In Spain, importance should be given to the earth remains identified at **Los Saladares**, south of Alicante and **Cerro del Real**, north of Granada dated from the VIII century BC and in **Cerro del Prado**, Cadiz, from the VII and VI centuries BC (ibid., p.51-52). In Portugal, several archaeological sites attest the existence of an early use of earthen construction in the territory. This is the case of **Paniachos**, in Quinta do Freixo, Alte, from the Neolithic period, or **Monte da Tumba**, in Torrão, near Alcácer do Sal, with adobe walls from 2.500 BC (Correia, 2007, p.32). The existence of numerous earthen archaeological sites through Europe and the world is recognised as of major importance. Nonetheless, there is not enough awareness dedicated to the preservation of this heritage.

4. CONCLUSIONS

Excavating ancient remains is a passionate and intensive challenge. However, archaeologists with no earthen building knowledge and experience recognising earthen structures and building techniques can have difficulties to distinguish earthen architecture from covered soil. It has been also very damaging for this fragile heritage, archaeological campaigns that do not integrate adequate and comprehensive conservation interventions. Most of the mentioned earthen archaeological heritage has no measures of long-term protection and no specific conservation procedures during and following excavation.

As a result, earthen remains from ancient cities are vanishing fast, due to natural decay (strong erosion, floods, etc.), the human factor (vandalism, abandonment, war, and climate change), etc. This entails the acceleration of decay of these fragile earthen structures, which originates a heritage severely endangered. Still, there are few examples of archaeology research, with preventive conservation and systematic measures for conservation of the earth material and structures. Conservation and maintenance, preventive procedures to avoid decay or, when needed, rebury of the earthen excavated structures are essential to be considered, as it will assure the survival of this fragile material, witness of ancient societies and civilisations.

Bibliography

- Abduraschidow, K., Tulaganow, A., Pirmanow, K., Abduraschidowa, U. and Tulaganow, B. (2004). *Earthen building constructions in earthquake-prone regions of Central Ásia – an evolution and strategies for reducing their earthquake vulnerability.* Lehm 2004, 4th International Conference on Building with Earth. Weimar: Dachverband Lehm e.V., pp.248-257.

- Aurenche, O., Galet, P., Régagnon-Caroline, E. and Évin, J. (2001). Proto-Neolithic and Neolithic cultures in the Middle East – The birth of agriculture, livestock raising, and ceramics: A calibrated ^{14}C Chronology 12.500-5.000 cal BC. *Near East*

Chronology: Archaeology and Environment. Vol.43, NR 3. International Radiocarbon Conference nº17. Tucson: University of Arizona, pp.1191-1202.

- Azad, M. (2003). Earthen Citadel and Rampart of the Ancient City of ''Toos". *Terra 2003 Pre-Prints: 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture*. Tehran: Iranian Cultural Heritage Organization, pp.31-47.

- Bahn, P. G. (Ed.) (2000). *The Atlas of World Archaeology*. London: The Brown Reference Group plc.

- Bahn, P. G. (Ed.) (2005). *ARQUEOLOGIA*. *O Guia Essencial.* Paço de Arcos: Editores Artemágica.

- Cooke, L. (2003). To fill or not to fill? Retrospective backfilling at Merv, Turkmenistan. *Terra 2003 Pre-Prints: 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture*. Tehran: Iranian Cultural Heritage Organization, pp.102-106.

- Chazelles-Gazzal, C. A. (1997). *Les maisons en terre de la Gaule méridionale*. Collection Monographies *instrumentum* 2. Montagnac: Editions monique mergoil.

- Correia, M. (2006). Universalidade e Diversidade da Arquitectura de Terra. *Terra: Forma de Construir. Arquitectura. Antropologia. Arqueologia.* Porto: Editora Argumentum e Escola Superior Gallaecia, pp.12-19.

- Correia, M. (2007). Taipa no Alentejo - Rammed Earth in Alentejo. Lisbon: Argumentum.

- Correia, M. e Oliveira Jorge, V. (2006). *Terra: Forma de Construir. Arquitectura. Antropologia. Arqueologia.* Porto: Editora Argumentum e Escola Superior Gallaecia

- Franco Jordan, R. C. (1993). Renacimiento de la Cultura Moche en la Costa Norte del Perú. *Primer Seminario de Campo: Sobre el Aspecto Arqueológico en los Valles Moche, Chicama y Jequetepeque.* Trujillo: Fundación Augusto N. Wiese.

- Gandreau, D. (2005). *Vestiges archéologiques en terre et projets de conservation. Etudes de sites en Iran et en Asie Centrale*. Grenoble: CRATerre-ENSAG.

- Guillaud, H. (1997). *Pour une Histoire des Architectures de Terre. Premiers repères*. Grenoble: CRATerre - Ecole d'Architecture de Grenoble.

- ICOMOS Documentation Centre (2008). *World Heritage in Asia and Pacific.* UNESCO-ICOMOS Documentation Centre. Available at: http://www.international.icomos.org/centre_documentation/bib/worldheritageinasia-pacific.pdf (Accessed: 13/09/2009).

- Matero, F. (1999). Lessons from the Great House: Condition and Treatment history as prologue to site conservation and management at Casa Grande Ruins National Monument. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, vol.3, nº4. London: James & James (Science Publishers), pp.203-224. Available at: http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=hp_papers (Accessed: 08/10/2006).

- Owen, B. (2009). Mesopotamia: Neolithic and early complex cultures. *Emergence of civilizations*. Available at: http://bruceowen.com/emciv/a341-09s-10-EarlyMesopotamia.pdf (Accessed: 13/09/2009).

- Sauvage, M. (1998). *La brique et sa mise en oeuvre en Mésopotamie. Des origines à l'époque achéménide.* Paris : Editions Recherche sur les Civilisations, Ministère des Affaires Etrangères.

- Scarre, (2000). Scarre, C. (2000). *Monuments du Monde Ancien. Les Secrets des Premiers Bâtisseurs*. Paris: Éditions Hazan.

- Steele, J. (1997). *An Architecture for People. The complete works of Hassan Fathy*. London: Thames and Hudson Ltd.

- Valle Alvarez, L. (ed.) (2004). *Aportes para la Historia de Chan Chan*. Trujillo: Ediciones SIAN.

- Warren, J. (1999). *Conservation of Earth Structures*. Series in Conservation and Museology. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

- Whitbourn, Ph. (2000) Chapter 11: Unbaked earth and world heritage. *Terra Britannica*. London: ICOMOS UK, pp.47-49.

- World Monuments Fund (2008a). *Shunet el-Zebib* (Egypt). World Monuments Watch. Available at: http://wmf.org/watch2008/watch.php?id=S8288 (Accessed: 14/09/2009).

- World Monuments Fund (2008b). *Ayaz Kala* (Uzbekistan). World Monuments Watch. Available at: http://wmf.org/watch2008/watch.php?id=S8220 (Accessed: 14/09/2009).

- World Monuments Fund (2008c). World Monuments Fund (2008a). 2008 World Monuments watch list of 100 most endangered sites. Available at: http://wmf.org/pdf/Watch_2008_list.pdf (Accessed: 14/09/2009).

Curriculum

Mariana Correia. PhD: Oxford, UK; DPEA-Terre: CRATerre-ENSAG, France; Master's and Architecture Dip.: FA-UTL, Portugal; Administration Board President of FCO-Heritage Foundation Convent of Orada; Board of Directors of ESG/ Escola Superior Gallaecia (Portugal) and ICOMOS-ISCEAH; member of Iberian-American PROTERRA Network and ICOMOS-Vernacular Architecture; member of Chair UNESCO-Earthen architecture; author and co-editor of several earthen architecture publications.

CONSTRUÇÕES EM TERRA DA ÉPOCA AUGUSTANA NA CAPITAL DA CIVITAS IGAEDITANORUM (IDANHA-A-VELHA, IDANHA-A-NOVA, PORTUGAL)

Pedro C. Carvalho
CEAUCP/CAM - Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto/Campo Arqueológico de Mértola
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra - DHAA
Palácio de Sub-Ripas, 3000-395 Coimbra
pedrooak@gmail.com

Tema 1: Arqueologia, Antropologia e Arte
Palavras-chave: Taipa, adobe, época romana, civitas Igaeditanorum, interior norte da Lusitania

Resumo:
De modo sucinto serão apresentados, por agora, os restos de uma construção romana – com paredes em taipa e adobe – recentemente descoberta em Idanha-a-Velha no decurso de escavações arqueológicas. Esta construção em terra, com funcionalidade ainda algo indefinida, apresenta uma cronologia de ocupação seguramente inscrita na época augustana, tendo sido expropriada e demolida nos primeiros anos do séc. I d.C., aquando da construção do *forum* da cidade capital dos *Igaeditani*.

1. CONSTRUÇÕES EM TERRA DA ÉPOCA AUGUSTANA NA CAPITAL DA CIVITAS IGAEDITANORUM

O factor imprevisibilidade anda sempre associado a qualquer escavação. Por muito que se equacionem os objectivos específicos de investigação, e os melhores procedimentos a adoptar para os alcançar, é relativamente frequente o aparecimento no decurso dos trabalhos de algo que se afasta substancialmente das "previsões" iniciais, obrigando assim às necessárias revisões. É neste tipo de descoberta inesperada, aliás, que também reside o fascínio de qualquer escavação. Mas é igualmente nesta imprevisibilidade que poderão residir as dificuldades e os equívocos resultantes de uma desadequada programação e execução dos trabalhos.

Esta ideia de uma escavação estritamente determinada por objectivos claros, por uma observação determinada (em vez de ser orientada) por um quadro teórico rígido e pré-definido, conduz frequentemente a uma outra ideia que se materializa habitualmente numa frase feita: "só se encontra e regista o que se procura". Não será tanto assim, uma vez que a definição prévia e necessária de um conjunto de questões e de objectivos específicos não implica (ou não deverá implicar) necessariamente que se subvalorizem ou ignorem muitas outras questões que possam (e devam) surgir. Com efeito, qualquer escavação em curso exigirá uma continuada actualização dos objectivos e dos procedimentos em função do registo e leitura que vamos fazendo dos dados. O problema só surgirá quando o grau de alerta não é o suficiente para podermos encontrar no momento certo aquilo que não procurávamos ou não era expectável encontrar. O problema só se instalará quando os dados recolhidos só se tornem verdadeiramente relevantes para as perguntas pré-definidas (Roskams, 2001, 50-53).

As escavações, mais do que fornecer respostas, permitem sobretudo colocar sucessivas questões – novas e renovadas; e devem ser perspectivadas por forma a tornarem-se relevantes para dar resposta a questões que não foram inicialmente formuladas, mas que se tornaram importantes e foram devida e atempadamente colocadas quando a escavação teve lugar. É certo que o êxito de uma escavação

reside, desde logo, no seu planeamento cuidado, com a clara e prévia definição de objectivos e procedimentos. Mas, embora sendo fundamental, esta programação não a deve condicionar e determinar – deve antes, tal como a teoria, orientá-la ou ajudar a conduzi-la. O desenho de um projecto de investigação pode e deve ser, se necessário, em parte continuadamente refeito. E este refazer constante dos contornos desse plano poderá implicar o alargar do lastro interdisciplinar, porforma a potenciar a interpretação dos novos dados registados.

Serve esta introdução para começar por sublinhar o seguinte: as três campanhas de escavação que entre 2007 e 2009 dirigimos em Idanha-a-Velha têm permitido dar resposta a algumas das mais importantes questões inicialmente colocadas; mas destacam-se, de igual forma, por terem revelado o inesperado – um edifício romano com paredes feitas em taipa e também em adobe (Fig. 1).

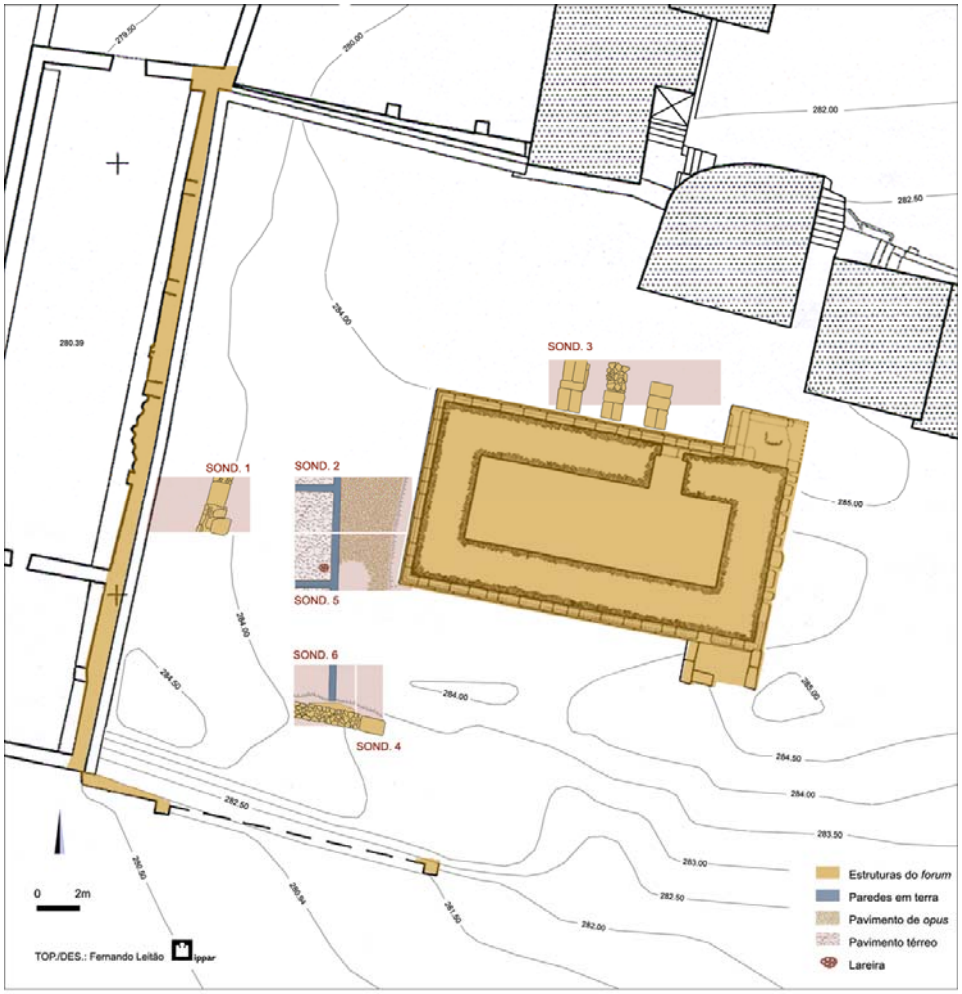


Fig.1- Planta da zona intervencionada (em 2007 e 2008) com as construções em terra inscritas no plano do fórum romano que lhe sucedeu. (Desenho de José Luís Madeira sobre base do IPPAR, créditos: Pedro Carvalho).

Serve também para de alguma forma justificar uma necessidade sentida: o redesenhar do projecto inicial, centrando-o também numa realidade insuspeita (e que no terreno antecede no tempo aquela que motivou a nossa intervenção), estipulando novos procedimentos e equacionando outras soluções e colaborações. Serve ainda para mostrar que o não expectável nem sempre será facilmente registado quando se reveste de formas inesperadas ou invulgares.

Este último aspecto carece de melhor explicitação. Com efeito, vamos ser claros, a construção em taipa não foi logo identificada em plano na primeira sondagem de diagnóstico aberta no local. Um troço de parede foi em parte removido juntamente com os seus derrubes em terra que o ladeavam. A sua identificação não foi imediata – desde logo, digamo-lo abertamente, porque o aparecimento de uma estrutura com estas características não era de nenhum modo previsível; depois, convém também referi-lo, as faces destas paredes não se apresentariam aqui suficientemente bem preservadas para que facilmente fossem identificadas no contacto com os derrubes. A sua identificação apenas ocorreu a meio da escavação dessa sondagem, quando a leitura dos cortes estratigráficos o permitiu e tornou as linhas interfaciais verticais claramente visíveis (Fig.2).



Fig. 2 – Linhas interfaciais verticiais das paredes em taipa visíveis num dos cortes estratigráficos da primeira sondagem efectuada (créditos: Pedro Carvalho).

A escavação é quase sempre um processo difícil – e particularmente exigente no momento de identificação dos interfaces e das relações topográficas entre as UE's a que pertencem. Neste caso também o foi, sobretudo na fase inicial da escavação, quando não se equacionava a possibilidade das construções em terra aparecerem. A partir do momento em que essa realidade se tornou um dado arqueológico objectivo, e o seu processo identificativo começou a ocupar um lugar de destaque entre as nossas preocupações, as paredes em terra começaram a ser identificadas e seguidas com relativa facilidade (Fig.2) – embora a constante presença dos seus derrubes desfeitos, que as ladeavam, e as irregularidades que apresentavam algumas das suas faces, nem sempre tornassem esse processo de identificação perfeitamente óbvio e objectivo (Fig.3).



Fig. 3 – Processo de identificação de uma parede em taipa (créditos: Pedro Carvalho)

O que acabámos de expor de forma sucinta remete-nos agora para o seguinte: o desconhecimento – para determinados contextos – de certas realidades arqueológicas poderão ditar o seu continuado não registo. A probabilidade disto acontecer aumenta quando essa realidade assume particulares características que concorrem para a sua "invisibilidade". E repetir-se-á insistentemente sempre que se verifique uma observação menos atenta ou mais apressada; no fundo, sempre que certos procedimentos metodológicos não forem adoptados; ou então – e tal pode ser mais recorrente em certos âmbitos de actuação – sempre que o ritmo de escavação não for o mais adequado.

Assim sendo, perguntamos se a (quase) inexistência – para o interior norte da *Lusitania* – de referências (publicadas!) a construções em terra da época tardo-republicana e alto-imperial acabará por documentar uma determinada realidade histórica, i.e., acabará por resultar de um cenário histórico que não (ou raramente) contemplava essas construções; ou então, pelo contrário, se essa quase ausência é apenas aparente, resultante em grande parte de uma abordagem metodológica em escavação que, neste sentido, concorre para distorcer (involuntariamente) os factos que compõem esse mesmo cenário histórico. Sejamos uma vez mais claros: uma escavação, e os dados que colhe e proporciona, não encerrará toda a realidade objectiva que se encontrava depositada no lugar intervencionado. Desde logo, qualquer escavação, e a gama de resultados que produz, acaba sempre por ser em parte resultado do seu tempo – do tipo de abordagem efectuada, do enfoque teórico que a norteou e, sobretudo, da metodologia empregue.

Em Idanha-a-Velha, capital dos *Igaeditani*, estas construções em terra apareceram integradas num contexto histórico onde não eram esperadas. De todo o modo, essas construções encontram-se lá e estão muito bem representadas, marcando agora distintamente o local. Com efeito, no decurso das três campanhas de escavação aí realizadas entre 2007 e 2009, verificámos que no lugar do *forum* romano, construído na época augustana num dos sítios mais elevados da cidade, havia outras construções anteriores (Carvalho, 2009). E estas construções mais antigas apresentam uma particularidade: foram erguidas com paredes em terra – fundamentalmente em taipa, mas documentando-se também o adobe (Figs. 4 e 5).



Fig. 4 – Troços derrubados das paredes em taipa (depois de terem sido removidos os derrubes desfeitos e paredes em taipa, ao fundo (créditos: Pedro Carvalho)



Fig. 5 – Parede em taipa e templo romano ao fundo (créditos: Pedro Carvalho).

Característica construtiva ímpar para esta região e para o período romano, ganhando ainda mais destaque face à sua cronologia específica. Com efeito, em contextos estratigráficos primários seguramente relacionados com a ocupação (e também com o momento de abandono) dessa construção, foi possível recolher um conjunto homogéneo ou coerente de materiais (sobretudo sigilata de tipo itálico e cerâmica de paredes finas) que permitem datar com algum rigor esta construção em taipa e adobe dos finais da República e inícios do Império.



Fig. 6 – Parede em adobe e respectivo derrube (créditos Pedro Carvalho)

Ao certo não temos nenhum indicador que nos permita aferir a sua cronologia de construção, mas existem vários que permitem atribuir a sua ocupação às últimas décadas do séc. I a.C., tendo este edifício sido destruído logo nos primeiros anos do séc. I d.C., talvez entre 4 e 6 d.C., quando em plena épcoca augustana se edificou nesse preciso local o *forum* da *civitas Igaeditanorum* (*Idem*, 121-124).
Face ao exposto, parece-nos que este corresponderá a um achado merecedor de um particular destaque, na medida em que se trata de uma forma de construção romana raramente (ou mesmo nunca?) atestada na escavação deste tipo de contextos nesta parte setentrional da *Lusitania* - embora se encontre perfeitamente registada noutras paragens da Hispânia, como por exemplo em *Celsa* ou *Bilbilis*, no vale do Ebro, cidades romanas onde o adobe se encontra documentado nas paredes de algumas casas da sua fase inicial (Beltran Lloris e Martin Bueno, 1982, 149).

Mas se em algumas regiões a documentação arqueológica a este nível prima precisamente pela “invisibilidade” ou aparente ausência, este tipo de construções em terra, no entanto, encontra-se abundantemente referido nas fontes clássicas (Lequêment: 1985), sendo especificamente referenciado para a *Hispania* também nas fontes literárias antigas, mais concretamente quando Plínio o menciona, destacando a sua resistência (HN, Livro XXXV*, XLVIII. quid? non in Africa Hispania que e terra parietes, quos appellant formaceos, quoniam in forma circumdatis ii utrimque tabulis inferciuntur verius quam struuntur, aevis durant, incorrupti imbribus, ventis, ignibus omnique caemento firmiores?*).
Não obstante a durabilidade destas paredes em terra, como se pode claramente depreender desta passagem de Plínio, parece-nos que estas em particular talvez possam ser entendidas como paredes interiores, devidamente abrigadas e a salvo, portanto, das agressões de agentes atmosféricos (sobretudo a chuva), uma vez que não apresentam nenhum soco ou embasamento em pedra que as protegesse da circulação de águas – apenas se identificou uma fiada de estreitas lajes de xisto a marcar aquilo que consideramos ser a linha da parede em contacto com o nível térreo do chão (Fig. 7).



Fig. 7 – Fiada de estreitas lajes de xisto a marcar a linha de contacto da parede em taipa com o chão térreo (créditos: Pedro Carvalho)

A sua largura relativamente reduzida (c. 0.36 m) também parece sugerir esta função divisória – e dividiriam espaços com funções distintas, a avaliar pelos indicadores até agora reconhecidos que o denunciam. Contudo, não existem dados suficientemente seguros que permitam, por agora, avançar com proposta (s) de funcionalidade para este edifício. Alguns indícios registados durante a última campanha de 2009 parecem apontar no sentido de um espaço habitacional privado – mas, nesta fase, ainda será prematuro avançar com qualquer tipo de hipótese.
De igual modo, não foi ainda possível apurar se serão questões de funcionalidade, de diferentes usos (específicos) dos espaços interiores, que poderão explicar a alternância de paredes feitas em taipa com outras erguidas em adobe. Seja como for, e por agora, parece-nos que este tipo de paredes poderia fazer parte de um edifício habitacional – à resistência física destas paredes (ainda hoje com uma altura conservada de 0.90 m) juntar-se-ia a inércia térmica da terra, permitindo assim resguardar o interior das áreas construídas dos rigores climatéricos. E seria, aparentemente, um edifício de dimensões consideráveis, a avaliar pela extensão (c. 12 m) de uma das paredes até agora identificadas.

Os troços rectos destas paredes de faces afagadas acabam por documentar a tecnologia tradicional de construção em taipa (Fig. 8), no interior de taipais ou da forma em madeira, ter-se-á vertido (e apertada com um maço) terra argilosa, depois de ter sido previamente amassada com água e cascalho miúdo de xisto – tecnologia, aliás, que ainda hoje se observa nos muros rurais tradicionais de algumas regiões da Beira Baixa (como na região de Ródão), constituídos por troços paralelepipédicos com 0.90 m de altura por 0.80 m de comprimento e 0.30 m de espessura (Henriques e Caninas, 1992, 103).



Fig. 8 – Parede em taipa cortada por um dos pórticos do fórum (créditos: Pedro Carvalho).

Mas o adobe também apareceu claramente documentado no decurso da campanha de 2009 (antes já tinha aparecido um ou outro adobe entre os derrubes da taipa). Formado por blocos com precisamente 0.36 m de comprimento (i.e. com idêntica dimensão da largura das paredes em taipa), 0.18 m de largo e 0.09 m de espessura (Fig. 9), o adobe foi pelo menos utilizado para erguer uma das paredes transversais àqueloutra – que corre no sentido sul-norte ao longo de todas as sondagens – levantada em taipa.



Fig. 9 – Adobe recolhido num derrube (créditos: Pedro Carvalho)

Resta saber, porém, entre outras questões em aberto, se esta taipa e adobe – datáveis das últimas décadas do séc. I a.C. – surgem aqui ainda como testemunhos da construção tradicional indígena, remontando à Idade do Ferro, ou se documentarão antes uma inovação, decorrente da presença de colonos romanos neste local a partir do final da época republicana. É certo que num dos espaços definidos por estas paredes, num chão em terra batida, se encontrou uma lareira (formada por um lastro de barro endurecido) «decorada» com círculos impressos – motivos que parecem documentar uma tradição indígena, pré-romana, ou um hábito estreitamente associado

a ambientes sociais indígenas (Carvalho, 2009, 118-119). Mas este facto não constitui, só por si, prova desse "indigenismo", quer porque se desconhece quase por completo os tipos de construção utilizadas nesta região no final da Idade do Ferro, quer por que estas paredes já surgem em claros níveis de ocupação romana, associadas a outros elementos exógenos, denunciando assim a presença de ambientes sociais claramente integrados no modo de vida romano. Seja como for, a técnica específica que se documenta em Idanha-a-Velha nunca poderá ter surgido nestes territórios antes da construção de casas rectangulares, podendo, assim sendo, apresentar mais afinidades com o "saber fazer" romano. Mas, porventura, talvez também não se justifique colocar esta questão, por agora, até porque a construção em terra, por todas as mais-valias que encerrava, terá sido comum a estes dois "mundos".

Agradecimentos
À Câmara Municipal de Idanha-a-Nova pelo patrocínio dos trabalhos desenvolvidos.

Bibliografia

BELTRAN LLORIS, Miguel e MARTIN BUENO, Manuel (1982). Bilbilis e Celsa, dos ejemplos de ciudades romanas en el Aragón antiguo. Zaragoza: *Caesaraugusta*, 55-56, pp. 143-166.

CARVALHO, Pedro C. (2009). O *forum* dos *Igaeditani* e os primeiros tempos da *Ciuitas Igaeditanorum* (Idanha-a-Velha, Portugal). Madrid: *Archivo Español de Arqueología*, n.º 82, CSIC, pp. 115-131.

HENRIQUES, Francisco e CANINAS, João (1992). O muro tradicional e a sua cobertura. *Preservação*, 13, pp. 101-107.

LEQUÊMENT, Robert (1985). L'apport des textes antiques. Paris : *Architecture de terre et de bois* (in LASFARGES, Jacques, ed.). Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, pp. 29-32.

ROSKAMS, Steve (2001). *Excavation*. London: Cambridge University Press.

DA ARQUITECTURA PARA A ESCULTURA
A TERRA COMO UMA BUSCA DE SENTIDOS

Virgínia Fróis
CIEBA - Centro de investigação e de Estudos em Belas Artes da Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa / Secção de Investigação e de Estudos em Ciências da Arte e do Património – Francisco de Holanda/ Escultura Cerâmica
Largo da Academia Nacional de Belas-Artes 1249-058 Lisboa, Portugal
Tel: (+351) 21 3252100 - Fax: (+351) 21 3470689; Site: http://www.fba.ul.pt
E-mail: virginiafrois@gmail.com

Tema 1: Arqueologia, Arte e Antropologia
Palavras-chave: Arquitectura, terra, escultura.

Resumo
Na escultura deste o neolítico até aos nossos dias que a Terracota é matéria para a criação de objectos simbólicos. No entanto, a terra crua raramente é utilizada como matéria final de peças de escultura. Alguns exemplos são o Busto masculino (2500-2300 a.c.) Arte Persa/KIRMAN do Irão. É no século XX, que os artistas se voltam a interessar pela terra como matéria construtiva e simbólica. São exemplos dessas práticas: Nicola Hichs , Antony Gormeley, Charles Simonds, Guiseppe Penone ou Gabriel Orozco.
Recentement, no III Simpósio de Escultura em Terra(cota)- Habitar, realizado em 2001 em Montemor-o-Novo pela Associação Oficinas do Convento com escultura de grande escala, são experimentadas as tecnologias tradicionais de construção em terra, como é o exemplo, a escultura "Para percorrer" da autoria do escultor Pedro Fazenda.
Neste momento no campo da arte contemporânea existe interesse pelas intercepções entre diferentes disciplinas, arqueologia, antropologia e arquitectura, assim como pela apropriação de antigas formas do fazer.
O objecto desta comunicação é a apresentação de um exemplo de intercepção da escultura com a arquitectura contemporâneas, dos seus conceitos e das suas interacções com o legado histórico da ordem de Cister. Uma reflexão sobre o tempo e os processos técnicos e do querer da matéria.
Serão abordadas as relações entre arquitectura e a escultura num caso concreto: a peça "Murmur" realizada para a exposição "E.vocações" no Mosteiro de Alcobaça em Portugal na galeria de exposições temporárias no ano de 2003.
Nesta peça um dos seus elementos é uma "Porta" em terra crua. Teve como referência o Altar da morte de São Bernardo, conjunto escultórico em terracota realizado pelos monges de Cister no século XVII.

"...a cada ser da terra está prometida uma transformação que só a terra permite, a ultrapassagem dos seus próprios limites à procura do limiar, e o reconhecimento da sua transcendência."....
..."fundir-se em todos os momentos com o todo" (CALVINO, 1990, 47)

1. A ARQUITECTURA

O projecto de reabilitação deste espaço é da autoria do arquitecto Gonçalo Byrne, que retomou o sentido da claridade e a ideia de transcendência presentes na arquitectura inicial da abadia.

Assim na Galeria de exposições temporárias na ala sul o branco das paredes e do chão reflectem a luz e modelam o espaço exaltam o silêncio.
Nesta ala apenas uma parede sem reboco revela os métodos construtivos e os seus construtores. É uma parede meia com uma cisterna ou tanque de banhos. Simboliza a origem e a fundação deste Lugar.

2. AS ESCULTURAS
2.1 Altar da Morte de São Bernardo



Fig.1 - Altar da morte de São Bernardo (créditos Virginia Frois)

O altar da “Morte de S. Bernardo” (Fig.1) situado no braço sul do transepto da igreja foi realizado por uma equipa de monges. A modelação das esculturas teve início em 1687 e o altar foi terminado em 1705. Este altar foi vandalizado nas invasões francesas. No século séc.XIX foi restaurado pelos monges, que taparam os orifícios de ventilação das figuras provocando com isso a acumulação da humidade no interior das esculturas, uma vez que a superfície policromada impedia a evaporação. Esta situação foi agravada pelo facto do corpo cerâmico das peças ser cozido a baixa temperatura de forma irregular. Deste facto resultou um corpo escultórico cru no seu interior, e uma resposta da matéria: a escamação da superfície e a consequente erosão de partes deste grupo escultórico.

É este retorno do corpo da escultura à terra (Fig.2) que me vai interessar no primeiro momento, seguido pelo tema do altar, a Entronização de S. Bernardo. A figura da Virgem recebe-lhe a alma, ela é uma passagem, uma porta para o divino no sentido do retorno à matéria universal.

Podemos falar desta virgem como de CERES, a deusa das colheitas, a mãe terra que germina e transforma.



Fig.2 - Mosteiro de Alcobaça, interior (créditos Virgínia Frois)

2.2 Murmur
Memória descritiva / instalação no espaço

1 Porta branca
Uma porta de terra branca e trigo
atravessada por um aquário cheio de sal e água
com a altura de um homem.
Evocação interior, geológica

Portas brancas guardam os murmúrios do tempo
O silêncio e a luz.
A instalação

2 Antecâmara
O som da água subterrânea.
O enunciado: uma fotografia sem contraste do monge da Morte de S. Bernardo, numa redoma um fragmento da escultura dos anjos músicos

3 Passagem
Nas escadas, a passagem.
No tecto sob a luz, uma frase de S. Bernardo
Evocação da vida e da morte

"... Amor, logo que retorna ao princípio logo que regressa à sua origem vai sempre beber à sua própria fonte as águas que transforma na sua corrente"
S. Bernardo, XXVII sermão sobre o cântico dos cânticos

4 Reservatório
Na cisterna, uma porta de cera virgem sela o reservatório
No interior o murmúrio,
Sons das águas profundas, espaço.
Escutar

2.3 Porta de terra branca

A peça Murmur é uma instalação que jogou com o espaço e com a luz e com as ideias de ressonância, transmutação e entronização. Na galeria, as portas alongam-se para a luz; as paredes e o chão são brancos.

Desenvolve-se em quatro espaços contínuos do lado direito da galeria em espaços de passagem. Ao fundo das duas salas pequenas vê-se a parede sem reboco, onde hoje podemos mergulhar nos processos construtivos, da construção de há 850 anos. Esta é antecedida por uma porta alta com se fosse uma moldura. Por de trás desta parede existe a cisterna ou tanque de banhos, nesta parede de terra a humidade permite o nascimento de algumas avencas indiciando o outro lado e é como uma referência geológica do edifício. O meu trabalho foi a reposição do branco nesta parede de fundo.

A peça criada, uma porta em terra branca (Fig.3), a porta adoçada à parede com a dimensão da “moldura”, situa-se à distância de cerca de 50 cm desta parede sobrepondo-se e dando-lhe um significado.



Fig.3 – Peça MURMUR, porta de terra branca. (créditos Virgínia Frois)

2.3 Modelação/Germinação

A porta branca foi modelada com uma pasta húmida de caulino (Figs.4 e 5), sílica palha e espigas de trigo, compactada em rolos e tem 10 cm de espessura, 500 cm de altura e 150 cm de largo. Um aro de latão idêntico ao das portas do edifício estrutura a peça.

Um aquário paralelepipédico de base quadrangular de 20cm de lado por 1,70m altura, cheio de sal-gema até aos ombros (1,50m) e de água até cima, configurando um cubo de água, como uma lupa ampliava a parede inicial como uma “coisa” geológica e intemporal.

Ao longo do tempo da exposição, neste espaço sombrio e húmido rasgado pelo sol, as sementes nas espigas de trigo germinaram da terra branca, cresceram e morreram na impossibilidade de dar semente.




Figs.4 e 5 – A construção e modelação da peça MURMUR (créditos Virginia Frois).

3. Anel

"Escondido debaixo da língua o anel aguarda imóvel o mergulho" (Calvino, 1990, 47)



Fig.6 – Peça o ANEL (créditos Virginia Frois).

Um anel de terra branca e trigo
No interior envolvendo o vazio, latão polido.
Do fresco da argila a probabilidade da germinação,
a certeza da secura.
Do tempo,
o fóssil.

Bibliografia

Calvino, Italo (1990). Seis propostas para o próximo milénio. Lisboa: Teorema.

Molder, Maria Filomena (2005). O absoluto que pertence à terra. Viseu: Edições Vendaval.

Notas

“Temos aqui uma irrupção do “absoluto que pertence à terra”, esse conceito brochiano que dá conta do esforço de reconduzir todos os movimentos internos e externos do corpo a uma elevação metafísica e que é extensível a todos os corpos habitando na terra. Sendo assim, a cada ser da terra está prometida uma transformação que só a terra permite, a ultrapassagem dos seus próprios limites à procura do limiar, e o reconhecimento da sua transcendência.”....
“fundir-se em todos os momentos com o todo” (Molder, 2005, 157).

Curriculum

Vírginia Frois. Escultora e Docente no curso de Escultura da Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa (FBA.UL) desde 1989. Fundou em 1996 a Associação Oficinas do Convento em Montemor-o-Novo/Projecto do Telheiro. Investigação plástica no âmbito das tecnologias da terra/cerâmica e da Etnocerâmica /Cabo Verde. Dirigiu a recuperação de Esculturas em Terracota - Mosteiro de Alcobaça onde participou na exposição E.vocações



Patrimônio e Conservação



KANJI: THE CONSERVATION MANUAL

Mauro Bertagnin[1], Désirée De Antoni[2], Giulia Bravo[3], John Harrison[4]
University Udine, School of Architecture, Italy
[1]Tel: +39.0432.55.80.89, fax. +39.0432.55.80.52, mauro.bertagnin@uniud.it
[2]Tel : +39.339.75.61.386, deantoni.desiree@gmail.com
[3]bravabravo@gmail.com
[4]harrison_john_gb@hotmail.com

Theme 2: Heritage and Conservation
Key words: earthen architectural heritage conservation, conservation manual, preventive maintenance.

Abstract
This paper introduces the results of the first phase of a preparatory field research carried out over the past two years, aiming to produce a manual for the conservation of a small Himalayan village, Kanji, in the Indian Ladakh Region.

Kanji has an earthen architectural heritage that is now involved in a slow process of architectural transformation due to a new road reaching the village, the recent construction of tourism facilities (camping) and a new public school. Some changes are also affecting the environmental as well as the socio-economic structure of the village.

In order to ameliorate any damaging effects of these changes upon the traditional local architecture, it was considered important to produce a *conservation manual* to promote the maintenance of the existing vernacular architecture.

Since summer 2008 a team from Udine University - School of Architecture, with Giulia Bravo and Désirée De Antoni under the scientific direction of Mauro Bertagnin, and with the participation of John Harrison - has been carrying out research and field work aimed at producing a *conservation manual* for the community of the Kanji village.

This research work continues the conservation approach promoted by Achi Association, which for more than a decade has been actively involved in the conservation of Kanji's Buddhist temples.

The operational scheme of the research work has as its main goals: a basic classification of the Kanji urban fabric; the understanding of local building culture; the surveying of architectural typologies and related building construction details; knowledge of the technology of earthen vernacular architecture.

The research is also considering, in the first phase of the *conservation manual*, the decay processes affecting the vernacular architecture as well as the transformations of the existing urban fabric due to the impact of modernity on the village. In the second phase, the *conservation manual* will include the results of the research on more appropriate best practices and on suitable modifications related to the maintenance and conservation works concerning the small village to be protected, a fine Himalayan earthen architectural heritage.

1. INTRODUCTION

This paper introduces the results of the first phase of a preparatory field research carried out in the past two years that aims to produce a *manual* for the conservation of a small Himalayan village, Kanji, in the Indian Ladakh Region.

The *conservation manual* is also the outcome of a long term research programme carried out over the past decade concerning the impact of global warming on earthen architecture conservation in Ladakh[1].

Kanji is a fine example of earthen architectural heritage (Fig. 1a) that is now involved in a slow process of architectural transformation due to the impact of modernity as well as to the processes of decay and renewal. These changes are also affecting the environmental as well as the socio-economic structure of the village.

The operational scheme of the research work deals with a basic classification of the Kanji urban fabric. In the first ongoing phase, the main goals of the *conservation manual* research include the understanding of history, the environment, the local building culture, the surveying of architectural typologies and the related building construction details and an understanding of the technology of earthen vernacular architecture. The research in the first phase is also considering the decay processes affecting the vernacular architecture as well as the changes of the existing urban fabric due to the impact of modernity in the village. The second phase will provide the guidelines for an appropriate process of conservation.

2. KANJI INTRINSIC VALUES (ENVIRONMENTAL, TOPOLOGICAL, MORPHOLOGICAL, HISTORICAL, ARTISTIC, INTANGIBLE): A BRIEF OUTLINE

2.1. Environmental, topological and morphological values

Kanji, a village in the Leh district of Ladakh (Jammu & Kashmir State, India, 232.864 inhabitants), is situated on an altitude of 3.875 m. Ladakh is divided in two districts: Kargil and Leh. Leh, the former capital of the Kingdom of Ladakh, is today its largest town. The region, known as Ladakh, is situated between the Karakoram mountain range in the north and the main Great Himalayas to the south. The Western Kargil district (14.086 km²) shares the extremely cold winters and temperate summers of the Himalaya region.

The Kanji landscape is scarcely vegetated. On the fields along the river that borders the village, only a few crops are grown, as result of the oasis agriculture system typical for high mountainous areas. The village and its environment can be considered a “cultural landscape” being the typical result of “combined works of nature and man” designated in the first article of the Word Heritage Convention (1972). The village’s morphology is characterized by two settlement areas divided by a dry river bed (Fig. 1b).

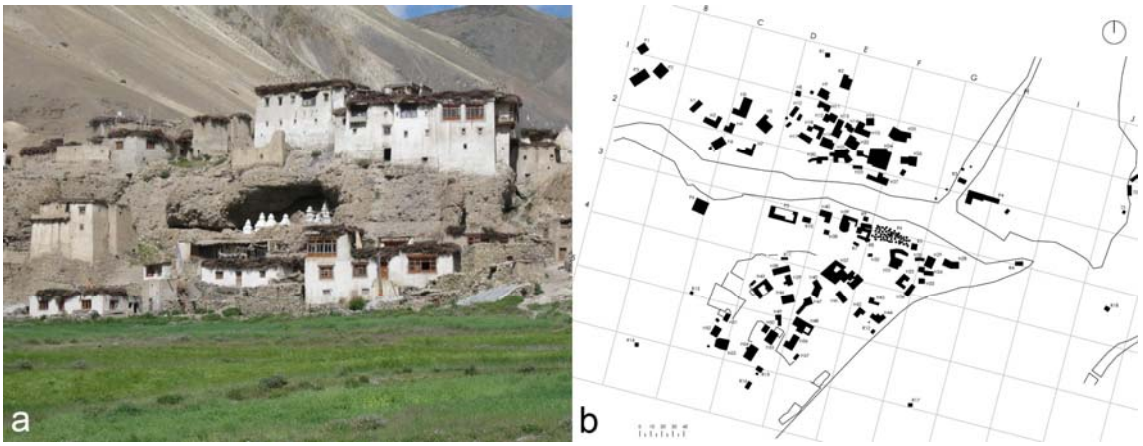


Fig.1 – Kanji: a little gem of Himalayan earthen architecture (a) and the plan of the village (b) (credits: Giulia Bravo, Désirée De Antoni)

The general plan of Kanji village clearly explains the morphological structure of the settlement sloping towards the central axis, the dry river bed. The morphology also shows a scattered settlement along the borders, composed of isolated houses of different types while the old village core is a dense homogenous cluster of tall buildings. This is what makes Kanji a unique survival.

2.2. Historical values

A precise documentation about the history of Kanji village is lacking and the oral tradition of its inhabitants is almost the sole source available. The first settlement seems to date back to the 13th/14th century A.D. It is said to have been made by a population penetrating from an area to the west, in today's Pakistan, stranded here in the wake of the migration of their yaks, their main source of livelihood.

2.3. Artistic values

Ladakh is sometimes called "Little Tibet" because it shares with Tibet such characteristics as: the Buddhist religion; the partially related ethnicity; the language (Ladakhi is, in fact, a particular Western Tibetan dialect pronounced in an archaic way and influenced by other non-Tibetan languages); the architecture (building typologies); and artistic features such as paintings, decorations and sculptures typical of the Buddhist religious tradition.

2.4. Intangible cultural values

As well as in the architectural and artistic values, the influence of Tibetan Buddhism can be found also in the village culture and traditions, including the old Ladakhi dances and chants which are very important in the community life (Fig. 2). During religious ceremonies and seasonal festivities, such as harvest, ritual dances and traditional songs animate the life of the village and contribute to social cohesion. This intangible heritage also represents potentially an important tourist attraction.



Fig.2 - Promoting the intangible heritage (dances) (a) and improving the local awareness (the small exhibition in the school) (b) (credits: Giulia Bravo, Désirée De Antoni)

3. ARCHITECTURAL VALUES

3.1. Protecting a little gem of Himalayan earthen architecture through a *conservation manual*

According to the Word Heritage Criteria for the nominated properties, Kanji earthen architectural heritage can be considered a real "outstanding example of typologies, architectural and technological ensemble related to a peculiar landscape which illustrates a significant stage in human history"[2].

In respect of these criteria the conservation policies promoted by Achi Association emphasize the importance of an integrated strategy of protection that includes the production of a *conservation manual* for the village as an important tool for the maintenance of this fine heritage.

The integrated conservation strategy, promoted by Achi Association, is based on two main sectors, directly related to the "tangible" and the "intangible" heritage conservation. Concerning the protection of the architectural heritage, the Achi action

includes an educational stream, some best practice workshops, related to the conservation strategies to be carried out, and the improvement of local awareness concerning the maintenance of the vernacular architecture. Of course, the conservation of the village cannot be implemented without the participation of the community.

Concerning the “intangible” heritage conservation, a special project is ongoing aimed at investigating and recording the local traditions (agriculture methods, vernacular artisanal tools, dances, chants, music and local tales).

Kanji is in fact an intact (for the time being) little gem of Himalayan earthen architecture and a precious heritage that should be preserved in its integrity[3].

The village, however, is undergoing a process of structural and architectural transformation. The first signs of this process are a new road reaching the village, the recent construction of tourism facilities (camping), as well as the new public school, which is the first building, constructed with mostly “modern” materials. These changes will affect the tradition of vernacular architecture and threaten its fine earthen architectural heritage. Similar constructions and tourism facilities elsewhere must be analysed in order to set up design guidelines for the future development in Kanji.

3.2. Architectural typologies: an ongoing research

Since 2007, within the framework of the activities of the Achi Association, the team of the Faculty of Architecture of Udine University (Italy) helped by the British architect John Harrison, is devising a conservation project for the whole village and the related *conservation manual*. The surveying and investigation campaign will be completed in about four years.

During the 2008 and 2009 summer missions, an extensive and detailed photographic documentation of the village and the assessments of the quality of some traditional buildings were carried out.

During the missions, the different building typologies of the village have been identified. These are basically three:
- buildings used as housing (Fig. 3a)
- buildings used for worship (temples and monasteries) (Fig. 3b)
- public buildings (schools and local meeting places) (Fig. 3c)

The buildings were then further distinguished according to their state of conservation. The identified conservation categories are:
- building in a good state of conservation;
- building in a sufficient state of conservation;
- building in a poor state of conservation;
- building in a serious state of decay

For the buildings falling into the category of housing, further subcategories based on typological criteria and on the number of floors have been used. Analyzing the historical development of the village, we can distinguish between the original dense defensive core on the cliff top and later expansion across the riverbed.

The vernacular tissue is an organic sum of common features characteristic of the typical Himalayan villages architecture and its formation obeys typological rules. In fact, in the first area, the cliff top, we can observe some tower houses (Fig. 3a) which can reach the height of four floors, while in the second area, across the river bed, there are houses which are one or two floors high.

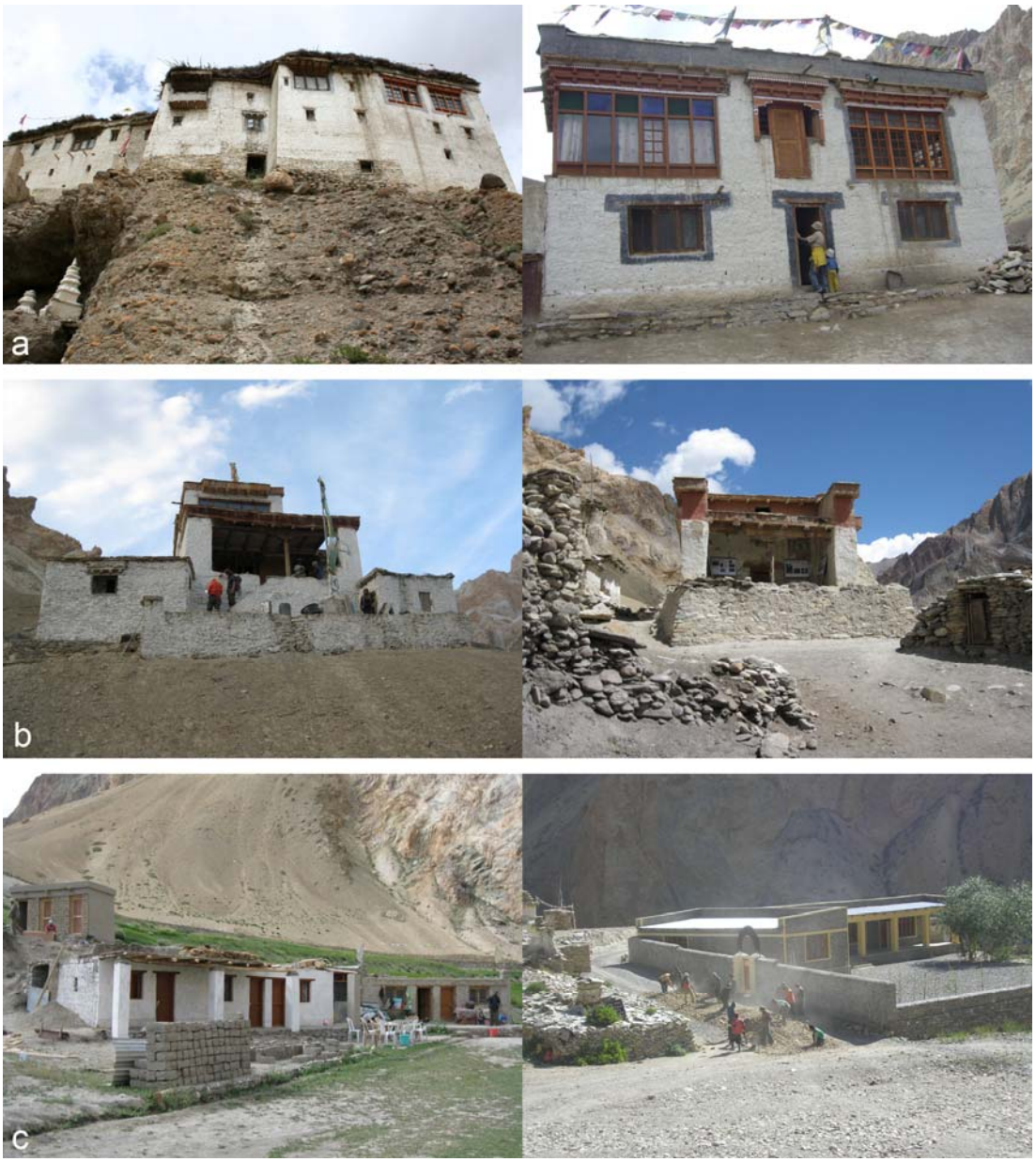


Fig.3 - Identifying the basic architectural typologies: (a) tower house and two floors house, (b) monastery and temple, (c) camping facilities and the new public school (credits: Giulia Bravo, Désirée De Antoni)

The buildings dedicated to worship, the temples and the monastery, are distinguished from other buildings by a range of features characteristic of Buddhist construction practice, such as the red colour of the roof parapet. The well-conserved monastery presents the front porch plastered in ochre yellow and red. The colour blue is used for the decoration of the wooden capitals. In the interior, all the religious buildings are decorated with statues and paintings and further enriched by painted scrolls, called *thangka*, which all display sacred images of Buddha, Bodhisattvas and other cult objects, occasionally, Buddhist stories.

Of the public buildings, a part of the older village hall, the new public school falls outside any traditional type of construction. Materials alien to the traditional context have been used for its construction, such as stone and cement for the walls and iron sheet instead of wooden roof.

Vernacular technology displays the typical features of earthen architecture. Over a stone base, the bearing masonry of the walls is normally made of earthen blocks, called *pakbu* (Fig. 4). The earth used for *pakbu* and the subsequent layer of plaster, is very clayey. In the interior, the vernacular buildings have a wooden structure serving as the support for the roof.



Fig.4 - Studying the vernacular building technologies: production of the the *pakbu*, the local mud brick (credits: Désirée De Antoni)

A first technical observation concerns the lack of straw or other strengthening vegetable fibres, in the *pakbu* production. The addition of sand and stones in the *pakbu* and the earthen roofing is a normal practice.

A series of sketches and drawings representing the doors, windows, capitals etc. were plotted during the survey campaign. Those drawings were aimed at understanding the architectural details (Fig. 5a-b-c) found in the vernacular buildings of Kanji. The drawings, made by hand and subsequently transferred to the computer, will also be an important part of the *conservation manual* of the village.

Particular attention, for example, was devoted to the graphic representation of the roofs and to the investigation of their particular arrangement in layers (Fig. 6).

The vernacular roofs have a first structure, generally consisting of round section poplar trunks, which support a second structure of wooden boards, small branches, or cut willow sticks. Successive layers of earth and *markallak* are spread on that second structure, in order to form a stratum of insulation and surface protection.

4. IMPROVING LOCAL AWARENESS

During the 2009 mission a small exhibition was produced with pictures of the village. Meetings between the conservation team and the local community were also held (Fig. 2b). The purpose of those activities was to stimulate awareness about opportunities for architectural heritage conservation within the community.

For that reason, the drafting of the *conservation manual* should be a process involving the participation of the local community in order to:

- improve awareness of vernacular architecture as a treasury which must be protected, reflecting or rediscovering its value for actual life;
- analyse (SWOT – Strengths Weakness Opportunities Threats) the perspectives of this community in regard to the pressure of tourism, the needs deriving from building activities of new inhabited nuclei, the needs following restructuring, etc.;
- prepare tools promoting the long-term preservation of the local heritage through a sustainable local management programme.

The *conservation manual* is intended to, and hopefully will, contribute to a village development which combines:

- the respect for important cultural heritage, which must be protected and maintained;
- the possibilities offered by modern building technology to make life more comfortable;
- the respect for nature and the benefits of local building materials.



Fig.5 - Understanding the architectural details: (a) doors, (b) windows, (c) capitals (credits: Giulia Bravo, Désirée De Antoni)



Fig.6 - Details of the vernacular roofs (credits: Désirée De Antoni)

5. THE DRAFTING OF *THE CONSERVATION MANUAL*: THE EXPECTED RESULTS

Once the analysis of the whole architectural heritage of the village is completed, the ensuing *conservation manual* will be a review of the architecture of Kanji and it will report analyses and pictures of all surviving architectural typologies, as well as of all the building technologies and the vernacular architectural details employed.

The manual will provide a large number of pictures and drawings, illustrating the written comments on examples of doors, windows, various construction details, colours, plasters, and so on. These should be able to represent visual guidelines for the future construction of new buildings appropriate to the surrounding context or for the conservation and maintenance of the existing traditional buildings. The manual will contain:

- the different building typologies of Kanji village;
- the state of conservation of the buildings;
- a proposal about which buildings of Kanji should be preserved as important specimens of cultural heritage.
- suggestions for conservation, restoration, maintenance
- recommendations about how to improve the local building technology and materials;
- recommendations about which modern materials, the village development could take advantage of and which should be avoided and why.
- recommendations, guidelines and best practices about suitable solutions to be adopted when changes related to contemporary living standards occur, during the maintenance and restoration works

The final version of the *conservation manual* first phase is still in progress.

Following the last phase of investigation and measurement of the buildings in the village (June 2010), a presentation of the first steps of the conservation project and the manual, within the framework of the activities of Achi Association, will be offered to the village and its inhabitants. An expert of Achi Association will accompany this presentation phase, and will ask for feedback from the community.

The *conservation manual* will help to raise the awareness of the local community for a better sustainable development and an appropriate process of maintenance to avoid the effects of decay in the vernacular architecture.

It will be a guide for any maintenance and restoration work in the existing urban fabric and at the same time it could also help the appropriate design and construction of new housing in the village. Therefore the *conservation manual* will also consist in “good practices” including ethical principles of conservation, guidelines on use and function and construction materials, management and planning recommendations for better

monitoring, action planning and recording and documentation activities. Guidelines on homogeneity of materials, temporary protection, insertion of foundations, drainage, monitoring and treatment of cracks and reinforcement of the walls, exterior and interior wall-coatings and flat roof finishes, will be included in the *conservation manual*.

Beside this tool, a final exhibition will complement the *conservation manual*, contributing to improving the local community's awareness of the quality of its environment and vernacular architecture. A well-conserved and maintained vernacular architecture, a balanced development of new construction with a well-preserved landscape in a sustainable environment can be, in fact, a real resource for the villagers in the future.

Therefore the final outcome of the *conservation manual*, of the exhibition as well as of the awareness process promoted by Achi in the Kanji village, is a part of the Achi goals for a conservation programme involving the local community in an increasing process of awareness of their heritage through a participative approach. The *Conservation Manual* of Kanji represents also an experiment to test its impact, as a protective tool, on the real conservation process of a small Himalayan earthen architecture heritage. If hopefully the result will be positive, Achi Association intends to promote similar experiences in other small Himalayan villages of the region such as Wanla and Skurbuchen to improve the conservation of the earthen architectural heritage in the Ladakh region.

Bibliography

Achenza M., Sanna U. (2006). *I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna : il manuale tematico della terra cruda,* Roma (I): Ed. DEI-Tipografia del genio civile.

Alexander A., Catanese A. (2007). Leh old town: conservation project Ladakh, Indian Himalayas in: *e_conservation,* n°1, october 2007, www.e-conservationline.com.

Bertagnin M. (2009). *Manuel de Conservation de la vieille ville de Tombouctou* – UNESCO WHC, Final Report.

Bertagnin M. (2008). Monitoring et conservation préventive au Ladakh, in: *Atti del Séminaire Conservation et gestion des patrimoines*, ENSAG-DSA Terre, Grenoble (F).

Bertagnin M. (2007). Conservazione dell'architettura di terra e cambiamenti climatici. Ricerche e cantieri di consevazione in Ladakh, in: Conti A. P. (a cura di), *Il recupero di una casa di terra. L'atterrato di Contrada Fontevannazza a Treia. I saperi ritrovati*, Monfalcone (I): Edicom Edizioni, pp.51-55.

Bertagnin M. (2005). Le mutevoli forme della tradizione oggi: strategie di conservazione del patrimonio architettonico in terra cruda a Timbuktù e nella regione del Ladakh (India), in: Bertozzi P., Ghini A., Guardigli L. (a cura di), *Le forme della tradizione in architettura. Esperienze a confronto*, Milano (I): Franco Angeli, pp. 263-272.

Bertagnin M. (2005). Cantieri di conservazione di emergenza dei monasteri buddhisti del Ladakh, in: *Luci tra le rocce* (proceedings). Salerno, 29-30 April 2004, Firenze (I): Alinea Editore. Ribera F. (a cura di), vol. 2, pp. 99-102.

Boussal M., Ilok M., Guillaud H., Moriset S. (2005). *Conservation Manual For Eath Architecture Héritage in the pre-Saharan valleys of Morocco*-CERKAS-Unesco –World Héritage Centre-CRATerre.

Bussagli M. (1981). *Architettura orientale*, Milano (I): ELECTA.

Ferron A. (2007). *The Consolidation of Earthen Surface Finishes: A Study of Disaggregating Plasters at Mesa Verde National Park*. MSc Theses.

Gerner M. (1988). *Architecture de l'Himalaya*, Lausanne (CH) : Editions André Delcourt.

Giovanetti F. (a cura di) (1997). *Manuale del recupero del Comune di Roma, Seconda edizione ampliata*, Roma (I): Ed. DEI-Tipografia del genio civile.

Giovanetti F. (a cura di) (1992). *Manuale del recupero: Città di Castello*, Roma (I): Ed. DEI-Tipografia del genio civile.

Giuffrè A., Carocci C. (1999). *Codice di pratica per sicurezza e la conservazione del Centro Storico di Palermo*, Bari (I): Laterza.

Heller A. (2007). Mural Conservation in Tibet 1995-2007: Grathang, Shalu and Lukhang Conservation Projects, in: de Filippi F. (ed.) *Restoration and protection of cultural heritage in historical cities of Asia,* Politecnico di Torino, pp. 133-140, www.asia-onlus.org.

Herdick R. (2004). Endangered traditional earthen architecture in Ladakh, Indien, in: *Lehm 2004 Tagungsbeiträge der 4. Internationalen Fachtagung für Lehmbau*, [English + German], Weimar (G): Dachverband Lehm e.V., pp. 84-97, www.dachverband lehm.de.

Luczanits C. (2004). *Buddhist Sculpture in Clay: Early Western Himalayan Art, Late 10th to Early 13th Centuries*, Chicago (USA): Serindia Publications.

Luczanits C. (2005). The early Buddhist heritage of Ladakh reconsidered, in: Bray J. (ed.) *Ladakh histories: local and regional perspectives*. Leiden (NL): Brill's Tibetan Studies Library, vol. 9, pp. 65-69.

Richter A. (2004). An investigation of selected stabilising agents for earthen buildings in arid climates, in: *Lehm 2004 Tagungsbeiträge der 4. Internationalen Fachtagung für* Lehmbau, [English + German], Weimar (G): Dachverband Lehm e.V., pp. 84-97, www.dachverband-lehm.de.

Marconi P. (1997). *Manuale del recupero del centro storico di Palermo,* Palermo (I): Flaccovio Editore.

Marconi P., Giovanetti F., Pallottino E. (Direz. scient. di) (1989). *Manuale del recupero del Comune di Roma*, Roma (I): Ed. DEI-Tipografia del genio civile.

Musso S., Franco G. (a cura di), (2007). *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco nazionale delle Cinque Terre*, Venezia (I): Marsilio Editore.

Sanna A., Artzeni C. (2006). *I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna : architettura in terra cruda dei Campidani, del Cixerri e del Serrabus*, Roma (I): Ed. DEI-Tipografia del genio civile.

Sharma J. (1997). The conservation of monasteries in the Western Himalayas, in: *Journal of Architectural Conservation*, n° 2, July 1997.

Sikka S. (2003). A research on the stabilization of plaster samples for the conservation of historic earthen structures in the Western Himalayas, in: *Terra 2003, 9th international conference on the study and conservation of earthen architecture*, Preprints Yazd, Iran.

Web link

Avrami E., Guillaud H., Hardy M. (2008). An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation, in: *Terra Literature Review*, The Getty Conservation Institute. Available at:
http://getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/terra_lit_review_pdf.

http://www.unescobkk.org/culture/our-projects/empowerment-of-the-culture-profession/asia-pacific-heritage-awards-for-culture-heritage-conservation/previous-heritage-awards-2000-2008/2004/award-winners/dorje-chenmo-temple-india/.

Research about early Buddhist architecture in the Western Himalaya: University of Graz, Austria. Available at: http://www.archresearch.tugraz.at.

Notes

[1]Cfr. Bertagnin M. (2005). Cantieri di conservazione di emergenza dei monasteri buddhisti del Ladakh, in: *Luci tra le rocce* (proceedings). Salerno, 29-30 April 2004, Firenze (I): Alinea Editore. Ribera F. (a cura di), vol. 2, pp. 99-102.

Bertagnin M. (2008). Monitoring et conservation préventive au Ladakh, in: *Comptes rendus du Séminaire Conservation et gestion des patrimoines*, ENSAG-DSA Terre, Grenoble (F).

[2]Cfr. UNESCO, Word Heritage Centre, Operational Guidelines for the Implementation of the Word Heritage Convention, II.D Criteria for the assessment of Outstanding Universal Value, (iv).

[3]Cfr. UNESCO, Word Heritage Centre, Operational Guidelines for the Implementation of the Word Heritage Convention, II.E Integrity and/or authenticity, Integrity.

Curriculum

Mauro Bertagnin, architect, professor of Architecture, University of Udine, School of Architecture. Member of CRATerre, he is actually involved in several conservation projects of earthen architectural heritage in Africa and Asia. He is also scientific advisor of the UNESCO-WHC “Earthen Architecture 2007-2017 Project” for world earthen heritage conservation.

Désirée De Antoni, engineer and PhD student, University of Udine, School of Architecture. Since 2008 she has been involved in earthen architecture conservation of the Uch Kulakh archaeological site (Uzbekistan) and of Kanji conservation manual start up activities.

Giulia Bravo, architect junior, University of Udine, School of Architecture. She has been involved in the first 2008 field campaign for Kanji conservation manual start up.

John Harrison, British conservation architect. He is involved in the conservation of historic buildings in Leh (Ladakh). He is also working on Achi Association conservation field work in Kanji, Wanla and Skurbuchen (Ladakh – India).

O PATRIMÓNIO MUNDIAL DE ORIGEM PORTUGUESA EM TERRA

Ana Paula Amendoeira
Universidade da Sorbonne, Paris IV
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Palácio de Sub-Ripas, 3000-305 Coimbra PORTUGAL
E-mail: anamendoeira@hotmail.com

Tema 2: Património e Conservação
Palavras-chave: Conservação, gestão, património mundial em terra.

Resumo
Cerca trinta e oito anos após a adopção pela ONU/UNESCO da Convenção para a Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural, a lista do património mundial apresenta um desequilíbrio em termos de categorias de Bens e de regiões geográficas representadas. Neste panorama os continentes Africano e Asiático são os menos representados e na categoria de património cultural, a arquitectura em terra, constitui apenas 16% do total dos bens classificados. Conceitos como o valor excepcional universal, significado e protecção, que na sua génese se inspiraram em noções ocidentais são temas de pesquisa e debate hoje, quer no meio académico quer no da conservação em geral. Questões de analogia e identidade levaram a Universidade de Coimbra a organizar a partir de 2006 o seminário WHPO (Património Mundial de Origem Portuguesa). A partir deste encontro gerou-se o consenso de criar a rede WHPO. O significado e a influência cultural do património de origem ou influência portuguesa disperso pelo mundo são largamente reconhecidos. Não só a língua portuguesa conta hoje com 200 milhões de falantes, como a própria Lista do Património Mundial inclui, a par dos 13 bens localizados em Portugal, outros 21 de influência portuguesa, distribuídos por três continentes. Existem, além destes, muitos outros bens de origem ou influência portuguesa nas Listas Indicativas dos países. Do conjunto de Bens incluídos na lista, cerca de 14 são parcialmente construídos em terra. Analisamos criticamente o seu estado de conservação e os mecanismos de avaliação, com base nas informações disponibilizadas pelo Centro do Património Mundial da UNESCO relativas a todos os sítios da Lista. Apresentamos o projecto REDE WHPO, de Cooperação para o Património de Origem Portuguesa, no contexto da Estratégia Global da UNESCO para uma Lista credível, equilibrada e representativa.

1.INTRODUÇÃO

A Convenção para a Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural, aprovada pela Assembleia-Geral da UNESCO em 1972 começou a ser implementada com o estabelecimento da Lista do Património Mundial, na sua primeira versão, em 1978, com 12 bens inscritos (culturais e naturais) não chegando, nessa data, a 50 o número de Estados parte subscritores da Convenção. Hoje em dia a Lista conta com 890 bens (689 culturais, 176 naturais e 25 mistos) repartidos por 148 Estados e a Convenção foi ratificada por 186 Estados parte.

O crescimento desequilibrado da Lista verificado ao longo dos anos 80 começou muito cedo a ser discutido no seio do Comité do Património Mundial e após várias reuniões e relatórios sobre o tema, o Comité do Património Mundial e as organizações consultivas (ICOMOS e IUCN) constataram oficialmente que a Lista do Património Mundial apresentava grandes lacunas nas categorias dos Bens inscritos e igualmente desequilíbrios nas zonas geográficas representadas. As cidades históricas, os monumentos religiosos da Cristandade e a arquitectura "elitista e monumental" estavam sobre representados enquanto que todas as culturas vivas, em particular as culturas tradicionais estavam sub representadas na Lista. Esta situação levou a que, em 1994 o Comité do Património Mundial estabelecesse a *Estratégia Global para uma Lista Credível, Representativa e Equilibrada.* Na sequência desta tomada de consciência, o ICOMOS elaborou um estudo apresentado em 2005 que elege dois tipos de causas que explicam o desequilíbrio da Lista: o primeiro, estrutural, é relativo aos processos de inscrição, de gestão e de protecção dos bens culturais; o segundo,

qualitativo, é relativo à forma como os bens são identificados, valorizados e avaliados (ICOMOS, 2005).

Os instrumentos apontados pela Estratégia Global para atingir os objectivos fixados incidem em vários domínios, como o da gestão das listas indicativas como factor de equilíbrio da Lista; o limite, em número de 30, para os sítios a inscrever anualmente na lista do património mundial fixado na conhecida Decisão de Cairns (UNESCO-WHC, 2007); o aumento de número de estados parte subscritores da Convenção, ou a criação de novas categorias de património e a promoção de outras consideradas sub representadas.

Vários estudos e conferências foram realizados para aplicar a Estratégia Global, em África, na Ásia Central e Sul Oriental, nos Estados Árabes, nos países andinos e nas sub regiões do Pacífico. Após mais de 15 anos, considera-se na UNESCO e no ICOMOS que a Estratégia Global obteve, até agora, bons resultados (WHC, 2007). Mais de 40 novos países aderiram à Convenção e o número de Estados que apresentou as suas Listas Indicativas, um dos instrumentos eleitos para conseguir um maior equilíbrio da Lista, quase quintuplicou. Novas categorias foram entretanto criadas, como as paisagens culturais, o património industrial, os desertos e os sítios nas costas marítimas e nas pequenas ilhas.

O Património em terra, embora não constitua uma categoria formalmente abordada na discussão alargada sobre o desequilíbrio e representatividade da Lista, como o são por exemplo as paisagens culturais ou o património moderno, é hoje e cada vez mais uma categoria com um protagonismo objectivo no processo de equilíbrio e representatividade da Lista. Actualmente, constitui apenas 16% do património classificado. As causas desta fraca representação estão no entanto em estreita relação com as causas identificadas globalmente para o desequilíbrio da Lista (ICOMOS, 2005). O conceito ocidental de património que dominou a evolução da Lista ao longo de quase 3 décadas levou em grande parte a este desequilíbrio e a uma menor valorização das arquitecturas pobres, não monumentais, frequentemente em associação com as regiões historicamente colonizadas. Esta situação só recentemente se tem tentado inverter e corrigir (WHC, 2007).

A arquitectura em terra, não é necessariamente valorizada como património pelas populações locais que ainda consideram em grande parte as construções em terra, onde habitam ou que já habitaram, como retrógradas e como um sinal da sua pobreza, reproduzindo aliás as lições aprendidas com os colonizadores ao longo de mais de um século. Muitas vezes os estados fazem apelo aos especialistas exteriores, nomeadamente do Património mundial, para a fixação do valor deste património que internamente eles têm dificuldade em reconhecer. No entanto sabemos que a construção em terra pertence ao futuro e a sua conservação e continuidade é fundamental na sustentabilidade que todos desejamos. O património mundial tem um papel importante a desempenhar nessa sustentabilidade e pensamos que no contexto do património de influência portuguesa se poderá trabalhar no sentido do reconhecimento da importância deste tipo de construção e da sua conservação. O estado de conservação dos sítios e a sua correcta avaliação é uma condição primeira para esta tarefa. Uma vez que estamos no contexto da influência portuguesa e da constituição de uma rede de cooperação para o património mundial, analisaremos os sítios de origem portuguesa inscritos na lista e identificados como sendo total ou parcialmente construídos em terra.

2. OS BENS DO PATRIMÓNIO MUNDIAL DE ORIGEM PORTUGUESA COM CONSTRUÇÃO EM TERRA

A selecção dos 14 bens aqui analisados tem como base a lista do património mundial em terra (Fernandes, 2009) que identifica os bens de origem portuguesa constantes da Lista do património mundial da UNESCO construídos total ou parcialmente em terra. Pretendemos aqui fazer uma avaliação sumária do estado de conservação dos bens após a inscrição na Lista, a partir da informação oficial disponibilizada pelo Centro do Património Mundial da UNESCO (UNESCO-WHC, 2009b) estruturada pelas entradas relativas a: 1) descrição do Bem; 2) documentação de avaliação (relatórios iniciais de avaliação das organizações consultivas, acompanhamento e relatórios de missões, relatórios periódicos de avaliação, resoluções e recomendações do Comité); 3) assistência (apoio técnico e financeiro internacional em projectos de conservação e gestão do bem); 4) Galeria de imagens; 5) ameaças; 6) mapas.

Uma apreciação global sobre os conteúdos do site oficial do Património Mundial no que se refere à Lista e ao estado de conservação dos bens inscritos, leva-nos a constatar a existência de um volume considerável de informação e a actualização de toda a documentação oficial, técnica, científica e administrativa produzida pela UNESCO sobre cada sítio da Lista. No entanto identificamos deficiente correspondência entre a informação oficial e aquela que é produzida por investigadores independentes da UNESCO e dos Estados parte respectivos sobre cada sítio, como é por exemplo o caso de Salvador da Bahia, onde a grave situação de expulsão dos habitantes tradicionais no processo de restauro do Pelourinho não tem uma única referência na documentação de avaliação oficial, nem nas decisões e recomendações do Comité. No entanto identificámos vários estudos e artigos de imprensa que nos revelam a existência de uma forte polémica sobre este assunto na comunidade científica brasileira e um grande sentimento de revolta por parte da população implicada (Zanirato, 2007).

Mesmo a própria informação oficial encerra ela própria muitas contradições que dificilmente podem ser justificadas, para lá de uma retórica cada vez mais em voga, no que diz respeito ao património mundial e que consideramos que em nada contribui para a melhoria efectiva das condições de conservação dos sítios. Damos alguns exemplos que consideramos bastante elucidativos.

A síntese que elaborámos com base nesta informação oficial sobre o estado de conservação de cada um dos sítios da Lista construídos total ou parcialmente em terra, de origem cultural portuguesa, mostra-nos que inexplicavelmente não há uma única referência de ameaças em nenhum dos sítios analisados, mesmo em casos gritantes de mau estado de conservação que chegam mesmo à situação de perda de condições de integridade e de autenticidade como é por exemplo o da Ilha de Moçambique. Nas galerias de imagens não encontramos uma imagem de carácter técnico ou científico, documental, sobre o estado de conservação do bem, que ilustre situações problemáticas, casos que necessitem de intervenção. A galeria de imagens disponíveis sobre os sítios analisados é mais um desfile de postais ilustrados onde as imagens ideais dos sítios, enviadas com o dossier de candidatura, ilustram apenas a sua beleza e valor patrimonial e não documentam, nos casos estudadas situações relativas ao estado de conservação. No entanto, quando analisamos a documentação de avaliação existente e as decisões e resoluções do Comité, identificamos rapidamente a existência dos problemas, apesar do estilo diplomático atenuado e muitas vezes até excessivamente discreto dos textos oficiais, tendo em conta a gravidade das situações. Há portanto neste domínio também algumas contradições relativas ao tipo de informação que é disponibilizada;

Assinalável é também o facto de se verificar alguma benevolência, considerada excessiva em alguns meios, nomeadamente das organizações consultivas (IUCN 2009), sobre a inscrição de sítios verdadeiramente ameaçados, na lista do Património

em perigo. No universo dos 14 sítios analisados e a julgar apenas a informação oficial disponível questionamo-nos sobre casos como o da Ilha de Moçambique ou da Ilha de Gorée que continuam fora da lista em perigo quando são assinalados nos próprios relatórios oficiais e identificadas situações tão graves como a perda de condições de integridade e autenticidade dos bens e quando a morosidade das intervenções para inverter estas situações é da ordem das dezenas de anos, em que não se verificam evoluções positivas, antes agravamento dos problemas existentes e do surgimento de novas dificuldades. Quando comparadas as listas do património em perigo da UNESCO e do World Monuments Found, verificamos que os sítios em perigo referidos em ambas são apenas três, sendo que a lista da UNESCO é muito mais reduzida (Hughes, 2009).

Relativamente aos mecanismos de avaliação em vigor do estado de conservação dos sítios, organizados com base em ciclos de 6 anos, de relatórios periódicos de avaliação pelas diferentes regiões, também uma análise crítica se justifica em nossa opinião. Desde logo porque na grande maioria estes relatórios são elaborados por organismos oficiais dos estados parte. Em todos os 14 sítios analisados essa situação se verifica. É certo que a UNESCO realiza reuniões de trabalho para unificação de critérios e métodos de preenchimento do formulário tipo que o Centro do Património Mundial fornece. Mas apercebemo-nos facilmente que esta uniformidade de critérios é puramente formal. E a avaliação não é de forma alguma isenta e independente, pela razão simples de que ela é realizada pelo estado parte directamente implicado. Para além deste aspecto, que já de si nos parece muito significativo, verificamos que em muitos dos sítios estudados não existe sequer qualquer relatório periódico de avaliação desde a inscrição dos sítios na lista. E falamos de sítios que foram inscritos em 1980, 1982, 1985, 1997, como a cidade histórica de Ouro Preto, o centro histórico da cidade de Olinda, o centro histórico de Salvador da Bahia, ou o centro histórico de São Luís.

Verificamos também a ausência praticamente total da existência de planos de gestão dos sítios, mesmo dos que já cumpriram o primeiro ciclo de relatórios periódicos de avaliação. No entanto as avaliações globais destes relatórios são quase sempre positivas e em praticamente todos os casos analisados se considera que as condições de integridade e autenticidade se mantêm. Por um lado a pedagogia da UNESCO sobre os planos de gestão é intensa, bem como a ênfase posta na obrigatoriedade deste instrumento de gestão que pode dar garantias mais objectivas na conservação dos sítios, por outro assistimos a anos, décadas, de ausência de planos de gestão. Parece-nos também que a dimensão do fenómeno turístico e da mercantilização do património mundial e as suas reais implicações na conservação dos sítios não são realmente avaliadas nestes relatórios periódicos e, por consequência, esta verdadeira ameaça em muitos dos sítios da Lista não transparece na sua verdadeira dimensão nas informações oficiais. Algumas vozes já se insurgiram publicamente sobre esta visão demasiado cor-de-rosa que a UNESCO tem do mundo e do património mundial em particular, como é o caso de Jeff Morgan director da Global Heritage Found (THE ECONOMIST, 2009). Embora não faça parte do objecto desta análise, referimos a título de exemplo que situações tão graves como a da privatização do santuário de Machu Picchu pela multinacional Orient Express não merecem uma única referência no site oficial.

Estão em curso dois programas que incidirão directa ou indirectamente sobre o património em terra e cujos resultados esperados irão desejavelmente contribuir para uma alteração do actual contexto do estado de conservação dos sítios do património mundial.

3. ARQUITECTURA EM TERRA (2007-2017) PROGRAMA DO PATRIMÓNIO MUNDIAL

Este programa coordenado pelo Centro do Património Mundial da UNESCO tem uma duração de 10 anos e organiza-se em 4 fases: 2007-8 – preparação; 2009-10 – pilotagem; 2011-14 – consolidação; 2015-17 – fase final. Os objectivos e actividades previstas: criação de exemplos de "boas práticas" em conservação com a elaboração de projectos-piloto e programas de gestão *in situ*; desenvolvimento da investigação científica e aplicada no terreno com a realização de seminários temáticos e investigação laboratorial; aposta na formação através da organização de cursos temáticos, assistência técnica e preparação de materiais pedagógicos; promoção e sensibilização, a fim de assegurar um melhor conhecimentos do património em terra e da sua conservação, através de edições, organização de exposições, de ateliers e de conferências internacionais. Os resultados esperados: identificação e compreensão dos problemas com que o património em terra está confrontado, desenvolvimento de políticas de conservação, protecção e valorização ao menos de 15 sítios inscritos entre outros (UNESCO, 2008). Este programa poderá ser a oportunidade para criar uma rede mundial activa de trocas de informação e de experiências para o desenvolvimento de soluções técnicas e de gestão em conservação do património em terra, sobretudo em África e na Ásia onde os problemas de conservação e de destruição/alteração do património em terra de valor universal excepcional são mais evidentes

4. LATAM 2008-2019 – CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO NA AMÉRICA LATINA E CARAÍBAS

O programa para 12 anos tem como objectivos gerais os seguintes:

- Melhorar e reforçar as competências de profissionais da conservação da América Latina e as Caraíbas;
- Facilitar a comunicação na região;
- Reforçar a sensibilização sobre a necessidade de proteger o património cultural.

Este programa estrutura-se em três fases, 2008-11, fase inicial; 2012-15, fase de execução e 2016-19, fase de consolidação. A primeira fase que está a decorrer centra-se em cinco eixos principais com os seguintes grupos de trabalho:

- Ensino e formação em conservação;
- Tráfico ilícito do património cultural,
- Indicadores económicos para a conservação
- Gestão dos riscos;
- Publicações e difusão de informação.

5. SÍNTESE DA INFORMAÇÃO SOBRE O ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS SÍTIOS

BRASIL, cidade histórica de Ouro Preto, 1980 – *critérios, (i) (iii)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. São referidos a elaboração de plano de gestão em 2004 após monitorização e incêndio, deficiências no planeamento urbano, roubo de peças sacras, turismo predador, risco de incêndio. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.124).



Fig.1 – Cidade de Ouro Preto, Brasil (créditos: Maria Fernandes, 2006)

BRASIL, centro histórico da cidade de Olinda, 1982 – *critérios (ii) (iv)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.189)

BRASIL, centro histórico de Salvador da Bahia (vestígios arqueológicos), 1985 – *critérios (iv) (vi)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. População tradicional "expulsa" no decorrer do processo de restauro do "Pelourinho" referido em vários artigos de imprensa e investigações académicas (Zanirato, 2007). Nada é referido pela UNESCO. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.309)



Fig.2 – S. Salvador da Bahia, Brasil (créditos: Maria Fernandes 2006)

BRASIL, centro histórico de São Luís, 1997 – *critérios (iii) (iv) (v)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.821)

BRASIL, centro histórico da cidade de Diamantina, 1999 – *critérios (ii) (iv)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.890)

BRASIL, Goiás, 2001 – *critérios (ii) (iv)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.993)

CHINA, centro Histórico de Macau, 2005 – *critérios (ii) (iii) (iv) (vi)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação disponíveis. O Comité refere em 2009 existir uma inadequação do sistema de gestão no que toca à protecção eficaz das relações visuais e funcionais importantes entre os monumentos inscritos e a paisagem terrestre e marinha. Nesse sentido pede ao estado parte a elaboração da Declaração de Valor Universal Excepcional e um plano director urbano protector "do que resta da paisagem urbana histórica". Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.1110)

GANA, Fortes e Castelos de Volta, Greater Accra e das regiões do Centro e Oeste, 1979 – *critério (vi)*. Relatório periódico de avaliação 2001: não adequação dos limites da zona classificada e da zona tampão, não existência de plano de gestão, identificação de vários factores que ameaçam e afectam o bem, aumento anual do número de visitantes (36000 em 2001). Conclui que a integridade e autenticidade do bem se mantêm, recomenda a realização de um plano de gestão e a demarcação dos limites das zonas classificadas. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.34)

ÍNDIA, igrejas e conventos de Goa, 1986 – *critérios (ii) (iv) (vi)*. Relatório periódico de avaliação em 2003: avaliação global positiva quanto ao estado de conservação, não existência de plano de gestão, registo de vários factores que afectam o bem e que

podem pôr em causa a sua autenticidade e integridade no futuro, registo de pressões devidas ao desenvolvimento, construções desajustadas, níveis elevados de poluição, vandalismo devido ao turismo e ao turismo religioso nas áreas interiores dos monumentos. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.234)

MARROCOS, cidade portuguesa de Mazagão, 2004 – *critérios (ii) (iv)*. Não tem relatórios periódicos de avaliação. Referência na avaliação inicial do ICOMOS de construções desajustadas nos limites da zona classificada, zona tampão demasiado reduzida, o que pode por em risco a integridade das vistas. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.1058)



Fig.3 – Cidade de El Jadida, Mazagão, Marrocos (créditos: Ana Moreira, 2004)

MOÇAMBIQUE, Ilha de Moçambique, 1991 – *critérios (iv) (vi)*. Relatório periódico de avaliação em 2001:regista alterações graves na integridade do bem (ao nível funcional, visual e estrutural), ausência de plano de gestão, falta de recursos humanos com formação, não existe zona tampão definida, ausência total de saneamento básico. Resolução do comité em 2009: solicita acompanhamento sobre o estado de conservação, delimitação de uma zona tampão para o património subaquático, implementação de um plano de acção de urgência, elaboração de plano de desenvolvimento durável, regista grande preocupação pela séria degradação dos monumentos históricos e da estrutura urbana. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.599).

PORTUGAL, centro Histórico de Évora, 1986 – *critérios (ii) (iv)*. Relatório periódico de avaliação em 2006: não existência de plano de gestão nem de programa de monitorização, aponta a sociedade de reabilitação urbana como uma boa medida para resolver os problemas da conservação, prevendo intervenção em 600 edifícios num período de 10 anos. Registo de factores que afectam o bem como a perda de função, perda de habitantes, edifícios vazios. Apreciação global positiva. Não tem ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.361).
SENEGAL, ilha de Gorée, 1978 – *critério (vi)*. Relatório periódico de avaliação em 2001: regista alterações nas condições de autenticidade do bem, um plano ambicioso de preservação do património da Ilha, não existência de plano de gestão. Em 2009 o Comité constata que nada foi feito do previsto no relatório. Tudo estava ainda em preparação. Não há ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.26).



Fig.4 – Forte da Ilha de Gorée, Senegal. (créditos: Paul Stefansson, UNESCO-WHC)

SRI LANKA, cidade Velha de Galle e as suas fortificações, 1988 – *critério (iv)*. Relatório periódico de avaliação em 2003: regista a existência de construções clandestinas, ausência de plano de gestão, considera que as condições de autenticidade/integridade do bem se mantêm e até foram reforçadas, elaboração de um plano de desenvolvimento e conservação da cidade em 2002 pelo ICOMOS Sri Lanka. Aumento do turismo e do valor comercial da cidade após a inscrição na Lista. Os factores que afectam o bem: dificuldade em remover construções clandestinas, poluição, deficiências na gestão, alteração de usos não autorizada, contaminação das águas pelos esgotos lançados no mar, crescimento do turismo. A Recomendação do Comité em 2009 foi de revisão dos limites do bem e da zona tampão, a elaboração do plano de gestão, o envio de relatório sobre as eventuais demolições das construções ilegais, proceder à avaliação do impacto do projecto de ordenamento da zona portuária e solicitou-se a redução da dimensão do porto, cuja construção está prevista neste projecto. Não há ameaças registadas (UNESCO-WHC, 2009b, p.451).

6. REDE WHPO (WORLD HERITAGE POTUGUESE ORIGIN)

Em 2006 a Universidade de Coimbra organizou o 1º Encontro Internacional de Património Mundial de Origem Portuguesa, em conjunto com a Comissão Nacional da UNESCO, o IGESPAR (Instituto de Gestão do Património Arquitectónico), a DGEMN (Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais e o ICOMOS Portugal. A reunião contou com mais de 500 participantes, representantes de 17 países (Angola, Bahrein, Benin, Brasil, Cabo Verde, Ghana, Guiné-Bissau, índia, Marrocos, Moçambique, Nigéria, Paraguai, Quénia, São Tomé e Príncipe, Tanzânia, Timor-Leste, Uruguai e a Região Administrativa de Macau (China) dos 29 identificados como detentores de património cultural construído de influência cultural portuguesa. Com esta iniciativa, que teve origem em 2004 por proposta do ICOMOS-Portugal, iniciou-se um processo pioneiro na história da cooperação para a salvaguarda e promoção do património nos países com influência cultural portuguesa, espalhados por três continentes (África, América Latina e Ásia). A realização deste encontro na Universidade de Coimbra, matriz cultural do espaço da lusofonia, revestiu-se também de um carácter simbólico relevante dado o papel que esta instituição desempenhou ao longo de séculos na formação das elites dos territórios abrangidos pela expansão marítima portuguesa que está na origem da comunidade de 200 milhões de falantes em português, um património cultural de base fortíssimo que pode e deve ser potenciado num contexto de cooperação internacional como o que se quer aqui construir. Pela primeira vez foram coordenados esforços para reunir estes países e discutir formas de cooperação efectiva para o acesso e gestão do património mundial, nos moldes estabelecidos pela Estratégia Global da UNESCO.

O sucesso obtido com a realização deste encontro permitiu criar um consenso entre os participantes sobre a importância de se criar um instrumento efectivo de cooperação nesta área, uma REDE WHPO (Rede de Cooperação para o Património Mundial entre

países com património cultural de influência portuguesa). Este foi o aspecto mais significativo das conclusões do 1º Encontro WHPO. Os objectivos gerais da REDE foram definidos na sequência do que foi amplamente discutido no Encontro através dos seus vários grupos de trabalho (1):

- Promover a cooperação entre os países com património cultural de influência portuguesa no sentido de pôr à disposição de todos instrumentos e conhecimentos que facilitem o acesso ao património mundial da UNESCO, bem como aos seus instrumentos de gestão, tal como previsto nos documentos da Estratégia Global da UNESCO:
- Promover a capacitação dos países implicados para a gestão integrada e sustentável do seu património já inscrito na Lista do Património Mundial;
- Promover a capacitação dos países implicados para a elaboração das suas Listas Indicativas e para a sua gestão consequente como instrumento de planeamento da Lista do Património Mundial, contribuindo para corrigir as assimetrias actuais da Lista do Património Mundial;
- Garantir a todos os países que vieram a integrar a REDE, o acesso à informação documental, histórica, técnica e científica já produzida ou a produzir sobre o seu património cultural;
- promover formação avançada e contínua de carácter técnico e científico para quadros técnicos dos países membros da REDE sobre conservação, restauro e gestão do património cultural;
- Promover fora de debate e informação sobre as questões que constituem o objecto da REDE;
- Disponibilizar informação actualizada sobre linhas de financiamento para projectos específicos que se integrem nos objectivos enunciados.

A REDE será coordenada pela Universidade de Coimbra, em estreita articulação com a Comissão Nacional da UNESCO, do IGESPAR e do ICOMOS Portugal e será formalmente constituída com a realização do 2º Encontro WHPO a realizar em 2010, na cidade de Coimbra.

7. CONCLUSÃO

O estado de conservação dos sítios inscritos na lista do património mundial construídos em terra com origem cultural portuguesa e os seus mecanismos de avaliação não são, do nosso ponto de vista, satisfatórios quando analisamos a informação disponibilizada pelo Centro do Património Mundial para os casos estudados. A estratégia global preconizada pela UNESCO não tem até agora dado provas de alteração desta situação, preocupando-se mais com as questões quantitativas de equilíbrio e representatividade, do que com as relacionadas com a conservação. O projecto de criação da REDE WHPO de cooperação para o património de origem portuguesa, pode ser uma oportunidade de contribuir para uma inversão da situação, neste contexto particular.

Pensamos que, no que toca à conservação e aos mecanismos de avaliação respectivos, uma outra praxis possível é necessária. No que diz respeito aos sítios aqui analisados que têm ligação histórica e cultural a Portugal, poderemos iniciar um trabalho de rigor revisitando os princípios fundadores e a ética do património mundial numa atitude prospectiva. A REDE WHPO pode ser um instrumento que permita uma efectiva evolução positiva através de uma real cooperação onde a conservação dos sítios seja a verdadeira prioridade.

Bibliografia

Choay, Françoise (2006). *Pour une Anthropologie de l'Espace*, Paris, éditions du Seuil.

Fernandes, Maria (2009). *Lista do Património Mundial em Terra, de origem portuguesa*, documento elaborado e não publicado, com base na Lista do Património Mundial disponível em http://whc.unesco.org/en.list e na lista do património mundial em terra do CRATerre (Centre International de la Constrution en Terre) disponível em http://terre.grenoble.archi.fr/patrimoine/listepatrimoine2007.pdf, Outubro de 2009.

Guillaud, Hubert (2008). Un défi mondial : conserver les architectures de terre. *Patrimoine Mondial, UNESCO*, nº48, janvier, 2008, pp.4-15.

HUGHES Peter (2009). *On the Brink*, Vanity Fair on travel, pp 44-46, 2009.

ICOMOS (2005). *La Liste du Patrimoine Mondial, combler les lacunes*. Un plan d'accion pour le futur, ICOMOS Review, Paris.

ICCROM (2008). *LATAM, conservation du Patrimoine en Amérique Latine et Caraibes.* Disponível: http://www.iccrom.org/fra/prog_fr/06latam_fr.shtml.

IUCN, *World Heritage in Danger*. IUCN, World Heritage Studies, n 7, UNESCO, WCPA, 2009.
Disponível: http://cmsdata.iucn.org/downloads/whc09_33com_9e_iucnfin__pdf

UNESCO-WHC (2007). *Stratégie Globale*.
Disponível: http://whc.org/fr/strategieglobale.

UNESCO-WHC (2008). *Architecture en Terre programme du patrimoine mondial.* Disponível: http://whc.unesco.org/fr/architecture-de-terre/.

UNESCO-WHC (2009 a). *Liste du patrimoine mondial en péril*.
Disponível: http://whc.unesco.org/fr/peril/

UNESCO-WHC (2009b). *Liste du patrimoine mondial*.
Disponível: http://whc.unesco.org/fr/list.

THE ECONOMIST 2009). *The limits of soft cultural power.* Disponível em:
http://www.economist.com/world/international/displaystory.cfm?story_id=14428543.

Zanirato, Sílvia (2007). *A Restauração do Pelourinho no Centro histórico de Salvador da Bahia*, Brasil, HAOL nº 14, 2007. Disponível em: http://www.historiaactual.com/hao/Volumes/Volume1/Issue14/esp/v1i14c4.pdf

Notas

A autora agradece à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Ministério da Ciência, Tecnologia e do Ensino Superior.

(1) Grupos: 1-Elaboração de Listas Indicativas e candidaturas; 2- Acesso às fontes históricas; 3-Recuperação e restauro de sítios do património; 4- Gestão e promoção de sítios do património; 5- Modelos e mecanismos de cooperação internacional.

Curriculum

Historiadora, Mestrado em Conservação de Património Arquitectónico e Paisagístico (1999)
Dutoranda em Geografia, Universidade de Paris IV, Sorbonne, Paris, bolseira da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) (2008), investigadora do CEAUCP (Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto.

LA CASA JORGE ISAACS EN IBAGUÉ – COLOMBIA
EL PROYECTO DE CONOCIMIENTO

Olimpia Niglio
Facultad de Ingeneria – Universidad de los estudios eCampus. Curso Restauración Arquitectónica. Via Isimbardi 10 – 22060 Novedrate, Colombia.
Tel: (+39) 340.2766953, Fax (+39) 031.792631 E-mail: olimpia.niglio@uniecampus.it

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabras clave: restauración arquitectonica, arquitectura en tierra, projecto diagnóstico

Resumen
En el Municipio de San Bonifacio de Ibagué del Valle de las Lanzas es ubicada la casa de Jorge Isaacs en el costado occidental de la cabecera municipal, a orillas de la carretera que conduce al Nevado del Tolima (hoy patrimonio natural del Tolima), en lo que conocemos como el cañón del Combeima, a 1,5 km del centro de la ciudad; zona rica en producción agrícola especialmente en frutas, hortalizas, café y plátano, en razón a los diferentes pisos térmicos que posee.

La Casa de Jorge Isaacs es una de las pocas construcciones en tierra (bahareque y tapia pisada) de mitad de siglo XIX en pie en el municipio de Ibagué que representa el estilo y vivencia propia de una zona donde se comenzó a generar una cultura en torno al cultivo de café. Zona en condiciones ecologicas y paisajisticas que la situan como polo de desarrolllo cultural y turistico para toda una gran region. El mestizaje como interpretación de formas y tendencias españolas por los alarifes y maestros de fábrica criollos, lo cual se nota en el uso de los materiales, en la proporción (medida), en la técnica, en la decoración.

El trabajo responde al interés que tiene la Universidad de Ibagué en el rescate de la identidad cultural, anhelo expresado tanto en su misión institucional como en el hecho específico de abordar el tema de la restauración de la Casona Jorge Isaacs, inmueble considerado uno de los hechos urbanos de gran valor histórico y arquitectónico de la ciudad de Ibagué, tal como lo establece el Inventario de Bienes Culturales del Ministerio de Cultura de Colombia.

Sin embargo el presente articulo recoge la experiencia académica realizada en el programa de arquitectura de la Universidad de Ibagué (Colombia) a través del curso especializado de verano que se desarrolló entre el 30 de Julio y el 11 de Agosto de 2007 con el propósito de realizar los estudios preliminares para el proyecto de conocimiento y restauración de la Casona Jorge Isaacs, localizada en la Meseta de Ibagué (Fig. 1).

1. LA CASA DE JORGE ISAACS. LA HISTORIA

En el costado occidental de la cabecera municipal del Municipio de San Bonifacio de las Lanzas de Ibagué, a 1.5 km del centro de la ciudad, está ubicada la casa de Jorge Isaacs, al lado de la carretera que conduce al Nevado del Tolima (hoy patrimonio natural del Tolima). El sitio se conoce como el cañón del Combeima: zona rica en producción agrícola especialmente en frutas, hortalizas, café y plátano, gracias a los diferentes pisos térmicos que posee (Autores Varios, 1994, p.32).

Con la llegada de los españoles al nuevo continente, no se generó en la Nueva Granada la llamada “arquitecura colonial” que era algo como copiar en nuestras tierras el estilo manejado por los españoles, tanto en el viejo como en el nuevo continente. Las “haciendas” como un prototipo social y arquitectónico tuvieron su inicio en el siglo VII y se empezaron a estabilizar hacia el siglo XVIII (Autores Varios, 1998, p.68). La Nueva Granada llegó a tener una arquitectura rural y urbana de igual prototipo. Era apenas lógico que el sistema socio-económico colonial neogranadino quedara plasmado en la modestia y las limitaciones de su arquitectura rural, las casas

coloniales neogranadinas urbanas o rurales tienen un origen, una ordenación espacial y una índole técnica común (Araque, 1996, p.45; Guzmán, 1996, p. 57-61).



Fig. 1 – Casa de Jorge Isaacs (Ibagué – Colombia)
(Crédito: Olimpia Niglio, 2006)

La casa de hacienda del siglo XVIII parece haber seguido un patrón muy sencillo: una serie de espacios dispuestos en hilera, precedidos por un corredor cubierto. El tramo longitudinal poseía a veces unos pequeños tramos transversales en sus esquinas y, con el tiempo, se iban añadiendo construcciones o se ampliaba el núcleo básico inicial. Lo que se ha denominado aquí la “tipología básica de la casa de hacienda en el siglo XVIII” explica parte de las características de la arquitectura rural contemporánea. Los levantamientos de numerosas casas, en distintas zonas del país, revelan que su distribución obedece a las distintas ecuaciones posibles entre esta tipología básica y las diversas tradiciones indígenas de cada región (Domínguez, 1955, p. 23).

En 1856, mediante la escritura 134 de octubre 15, el bien, objeto de estudio, fue rematado a nombre de Federico Melo. En este instrumento no se hace referencia a la existencia de la casa. Ya en 1886, cuando se realizó la venta entre los señores Bernardino Chávez y Sabulón Salazar, mediante la escritura 44 del 23 de marzo, se hace referencia a la casa existente. El último registro de venta (Fig. 2) del inmueble es del año 1908 y en él José Bernardino Charry vende a Mariano Prieto, mediante escritura 639 del 30 de octubre. Jorge Isaacs, poeta y escritor vivió, en sus últimos 15 años de vida, en la Casona La Meseta, en la capital tolimense: Ibagué (1).



Fig. 2 – Último registro de venta del inmueble (1908). Archivo privado (Bogotá)

2. HIPÓTESIS DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS DE LA CASONA LA MESETA

En consideración a todo lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta que en la edificación se suceden hipotéticamente varias etapas constructivas incluyendo las "intervenciones" recientes, nos referimos a un análisis especifico de la materia de los elementos que componen la primera etapa de la Casona, privilegiando esta parte en el curso de verano, por ser la parte de la edificación más urgente de intervenir dadas las pésimas condiciones en que se encuentra.

A partir de 1856, cuando por la tradición aparece la existencia de la casa y hasta la fecha, se han encontrado cuatro etapas constructivas (Fig.3). La primera etapa realizada en tapia pisada – bahareque que se encuentra en el primero y segundo pisos. La segunda etapa en ladrillo de adobe tuvo intervención un muro del primer piso. La tercera etapa utilizó el ladrillo recocido. Se hizo un anexo en el primero y segundo pisos; se intervinieron zonas interiores de los dos pisos y un muro en el primero. Luego la casa tuvo intervenciones en hormigón armado. En la cuarta etapa se construyeron, en el segundo piso, columnas y circulaciones (Niglio, 2007, p.47).

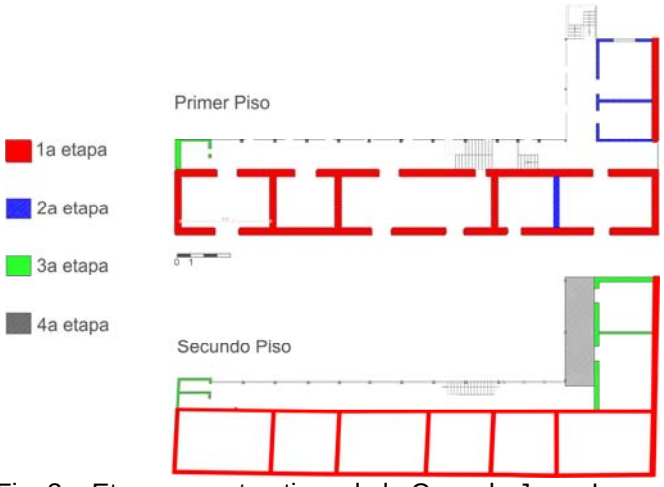


Fig. 3 – Etapas constructivas de la Casa de Jorge Isaacs
(Crédito: Olimpia Niglio, 2007)

3. LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE. EL CAÑÓN DEL COMBEIMA

El paisaje, como patrimonio cultural, es el resultado y el reflejo de la interacción prolongada a través de diferentes sociedades entre el hombre, la naturaleza y el medio ambiente físico. Es el testimonio de la relación del desarrollo de comunidades e individuos con su medio ambiente. En el cañón del Combeima, el tema de la conservación, preservación y desarrollo se centra en los aspectos humanos y naturales, integrando valores materiales e intangibles. Es importante comprender y respetar el carácter del cañón y de su paisaje y aplicar las adecuadas leyes y normas para armonizar la funcionalidad territorial con los valores esenciales y naturales.

Un elemento básico de la "restauración del paisaje" lo constituye la integración de los elementos naturales con valores culturales, del desarrollo sostenible de regiones y localidades con actividades ecológicas: el medio ambiente natural requiere conciencia y entendimiento de las relaciones en el tiempo. Esto implica establecer vínculos con el medio ambiente construido de la ciudad y del municipio de Ibagué. La conservación integrada del paisaje natural del cañón del Combeima implica la consideración de valores sociales, culturales y estéticos (Autores Varios, 1996, p.65-67). Todo esto es importante para la conservación de la obra de arquitectura histórica y rural y, en consecuencia, para intervenir sobre la restauración de la casa de Jorge Isaacs.

El paisaje es un monumento natural que se integra con la obra arquitectónica y como tal es una entidad identificada por su valor y constituye un soporte de la memoria cultural y social. En él, la memoria reconoce aspectos relevantes que guardan relación con actos y pensamientos humanos, asociados al curso de la historia y que todavía son accesibles a nosotros. Es sobre este concepto que se desarolla el projecto de conservación de la Casa de Jorge Isaacs. La intención de la conservación de edificios históricos y monumentos, ya se encuentren en contextos rurales o urbanos, es la de mantener su autenticidad e integridad, incluyendo los espacios exteriores y por lo tanto el paisaje circundante (Bellini 1994, p. 54-56).

4. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LAS CONSTRUCCIONES DE ESTILO “COLONIAL”

La Casa de Jorge Isaacs es una de las pocas construcciones de mitad de siglo XIX que todavía están en pie en el municipio de Ibagué y representa el estilo y vivencia propios de una zona donde se comenzó a generar una cultura en torno al cultivo de café. Es una zona con condiciones ecológicas y paisajísticas que la sitúan como polo de desarrolllo cultural y turístico para toda una gran región. El mestizaje, como interpretación de formas y tendencias españolas por los alarifes y maestros de fábrica criollos, se nota en el uso de los materiales, en la proporción (medida), en la técnica, en la decoración, etc. La aparición del patio interior, desconocido por los aborígenes, con sus implicaciones de contenido y de forma (Fig. 4). El claustro o patio rodeado de edificaciones, puede ser arquitrabado o en arcadas; encuadrado por el alfiz sobre pilares toscanos de piedra o sobre soportes en madera o pies derechos. Aparejos enjalbegados, portadas en ladrillo y sillería, cubiertas en paja o en teja de barro (Autores Varios, 2002a, p. 2-5).



Fig. 4 – Casa de Jorge Isaacs: fachada interior
(Crédito: Olimpia Niglio, 2007)

La evolución de la arquitectura se nota con el transcurso del tiempo y aparecen generalizadas, ya en el siglo XVIII, las construcciones de dos plantas, el uso de la piedra labrada, el ladrillo, la teja de barro, muros de adobe, piedra y combinados entre si, el balcón y el alero sobre cañecillos. En el siglo XVIII, es significativo el apogeo del espacio interior en la vivienda, debido a la riqueza decorativa de capiteles, zapatas, columnas y especialmente los cielos rasos. Se generaliza la reja en hierro. En los barandales se alternan la columna toscaza en piedra con la columna jónica en madera, rematada por una zapata o capitel en madera del mismo orden. Los pisos son por lo general en ladrillo de diferente tamaño y forma (rectangulares, octogonales, cuadrados). En otros casos son en piedra.

5. EL PROYECTO DE CONOCIMIENTO PARA LA RESTAURACIÓN DE LA CASA DE JORGE ISAACS EN IBAGUÉ. PERSPECTIVA TEÓRICA Y METODOLOGÍA

Los operadores que se ocupan de composición arquitectónica utilizan los datos históricos, los conocimientos estático-estructurales y constructivos como instrumentos de base de su propio trabajo y, por esa razón, están más predispuestos a las modificaciones que a la conservación del pasado (Brandi, 1977, p. 6; Carbonara, 1997, p. 23-33). El proyecto se pone casi en conflicto con el pasado y trata de buscar nuevas perspectivas.

En cambio, allí donde la restauración es considerada como la reconstrucción crítica de la unidad de la obra, la investigación analítica tiene fines bien diferentes a la anterior. En este caso, las técnicas analíticas no se utilizan solamente para recoger datos encerrados en la obra, sino que más bien, van dirigidos hacia la adquisición de una conciencia operativa asociada a una capacidad de lectura crítica de la misma.
El propósito principal del projecto sobre la Casa de Jorge Isaacs es confirmar y actualizar los atributos propios del trabajo. En este caso, las técnicas analíticas contribuyen a construir las garantías de un método y el control crítico del proyecto cuyas bases ya no se limitan solamente a un actuar espontáneo e instintivo.

En la realidad, la complejidad de los valores que reconocemos en el interior de una obra de arte, tales como valores históricos, artísticos, científicos, afectivos etc., nos enfrenta necesariamente a elegir y a definir unas modalidades de intervención sugeridas precisamente por las posibilidades de elección, a la cabeza de las cuales está el “juicio”.

A menudo, no es posible salvaguardar todos estos testimonios y se debe sacrificar algo para salvar algo más. (…) de hecho todo el trabajo del restaurador es una continua secuencia de interpretaciones que guían decisiones y el *modus operandi*.

De este modo, se deduce la utilidad de un proyecto de tipo analítico, de conocimiento, en el cual el “juicio” fundamentalmente ligado a una idea de restauración “subjetiva”, contribuye a la toma de decisiones operativas. Estas últimas estarán determinadas propiamente por la “forma” con la cual investigamos y conocemos la obra objeto del estudio: la casa Jorge Isaacs en Ibagué. Lo importante es no dejarse condicionar por líneas guía demasiado rígidas y estandarizadas y que podríamos definir “de una sola vía”, o sea que se mueven en una precisa y única dirección.

En cambio, el camino escogido debe llevar a un debate acerca de las opciones y permitir que se pueda recorrer el trayecto según la orientación más idónea y con los medios más eficaces, observar desde diferentes puntos de vista, recorrer hacia atrás la dirección escogida volviendo a analizar de forma crítica cada etapa y, si es necesario, aportar modificaciones. Por lo tanto, el proyecto de conocimiento, destinado a la conservación de la casa Isaacs, requiere un trabajo interdisciplinario entre el estudioso de un objeto (el histórico), el técnico de laboratorio y el arquitecto-restaurador (Niglio, 2004, p. 128-130).

Dentro de tal perspectiva, podemos proponer una redefinición de la figura del arquitecto-restaurador como principal intérprete y supervisor de una relación vital entre investigación científica, conciencia histórica y operatividad correcta.

En realidad, se necesita poner en discusión las ideas de restauración, propias del arquitecto y de la arquitectura, con la cuales se confrontan los operadores y que no siempre se manifiesta coinciden con nuestras propias ideas, en cuanto son numerosos los eventos inesperados que nos están reservados y esto bien lo saben los que

trabajan en los sitios de restauración. De aquí nace el principio por el cual es necesario buscar unos puntos firmes de contacto entre elecciones, ciencia y proyecto.

De hecho, aunque el aporte científico en el proyecto de conservación haya llegado tarde a desarrollar su tarea fundamental de conocimiento y de intervención, la intensa actividad desarrollada en los últimos diez años en Laboratorios de Investigación y en los Institutos Universitarios, demuestra hoy en día plenamente que en la obra de conservación el análisis critico-estético de la expresión y aquel de tipo científico dirigidos a la salvaguarda de la obra deben coexistir e integrarse en un equilibrio recíprocamente productivo, dentro del cual, de todas maneras, la ciencia debe satisfacer las exigencias de la estética (Niglio, 2000, p. 3-8).

Reconocido así el valor por el cual competencias técnicas y conocimientos científicos no pueden ser evaluados como “variables independientes” al interior de un proyecto de restauración y convencidos entonces de la importancia de la colaboración interdisciplinaria, no se debe correr el riesgo dentro de todo esto de caer en la equivocación de evaluar esta última como “sumatoria” de distintos aportes científicos (del físico, químico, geológico, etc.), los cuales intervienen separadamente en la obra arquitectónica. La arquitectura debe ser leída en su total organicidad y unidad del todo y no del total, y por lo tanto, el aporte interdisciplinar deberá respetar tal valor.

Por consiguiente, cada intervención singular de los especialistas, en una misma obra, no podrá ser independiente o separada de otra; cualquier proceso que se esté llevando a cabo deberá a su vez ser imagen del principio de “organicitá di intenti” o sea de la finalidad. La principal tarea de coordinar todas las actividades conectadas al proyecto de conservación es propia del arquitecto-restaurador, el cual como buen director de orquesta, por medio de una atenta y vigilada dirección de cada instrumento, de naturaleza y modalidad ejecutivas distintas, permite la ejecución de una sinfonía armoniosa.

De la misma manera, el arquitecto sigue y controla cada una de las operaciones que se llevan a cabo en la obra con el fin de perpetuar aquel carácter de organicidad (como armonía entre las partes y el todo) que se le ha reconocido. La arquitectura, a la par con la música, es un lenguaje que trasmite un mensaje, objeto de interpretaciones y transformaciones. Por lo tanto, así como el director de orquesta tendrá la tarea de transmitir el mensaje por medio de la ejecución, de la misma manera, el arquitecto-restaurador se preocupará de tutelar, con oportunos “instrumentos” metodológicos y de intervención, el mensaje arquitectónico que le fue entregado con el fin de dejarlo como herencia a las generaciones futuras.

Además, tal como sucede en una ejecución musical, la calidad del mensaje dependerá mucho de la calidad ejecutiva de cada uno de los instrumentos y de las capacidades directivas del maestro, en la arquitectura el funcionamiento es igual y en ella, una buena conservación estará asegurada también por las capacidades de coordinación del arquitecto y por las distintas y múltiples disciplinas que intervienen en la ejecución de la obra.

Lo mismo que un buen maestro de orquesta no necesita saber tocar todos los instrumentos y conocer a la perfección las modalidades de ejecución, pero si debe saber apreciar las calidades, los limites y la potencialidad de los mismos, el arquitecto-restaurador no deberá tener un conocimiento detallado de todas las disciplinas que intervienen en la redacción del proyecto de conservación, pero si debe poseer una base cultural que le permita coordinar con sabiduría las operaciones y conocer cada ámbito operacional especifico (Niglio, 2009, p. 27-31).



Fig. 5 – Casa de Jorge Isaacs: muro en bahareque y piso en madera
(Crédito: Olimpia Niglio, 2007)

6. ANÁLISIS DE LA MATERIA

El estudio realizado sobre la edificación denominada “La Casona de la Meseta”, evidencia la utilización de diferentes técnicas constructivas como el bahareque, la tapia pisada y el adobe (AA.VV., 2002b, p. 2-4; Sánchez Gama, 2007, p. 242-255).

Existió en el país un criterio generalizado de que este tipo de construcciones no requería un diseño sismorresistente o de rigor técnico en su parte estructural, máxime cuando se trataba de edificaciones de uno o dos pisos, concepto que ha sido confrontado con los innumerables daños causados especialmente en las edificaciones de estas tipologías, por los temblores o terremotos ocurridos en los últimos años.

Además, este tipo de edificaciones presenta usualmente una serie de características constructivas particulares que, sumadas al desarrollo empírico, al deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales, a la edad de la construcción y a la ausencia total en el mantenimiento de sus estructuras primarias, contribuyen a aumentar la vulnerabilidad estructural (Yamín Lacouture *et al.* 2007, p. 286-303), con el agravante de que las cimentaciones de este tipo de construcciones son muchas veces superficiales, en piedra, concreto ciclópeo, conformandas pocas veces por vigas de amarre y, aún más, sin incluir elementos de refuerzo estructural, caso concreto o radiografía de lo detectado en la Casona La Meseta.

Por lo tanto y a fin de establecer las intervenciones mínimas requeridas para la edificación, que garanticen la estabilidad y la reducción de los efectos nocivos generados por movimientos de tierra, causas antropogénicas por omisión, negligencia en el mantenimiento, que afecten sus estructuras básicas, dentro del presente análisis de la materia, se opta por referir la correcta ejecución de las citadas técnicas constructivas, de tal forma que permitan ser contrastadas con evaluaciones realizadas en terreno. En seguida, un exemplo de fichas de ánalisis de la materia sobre la Casa de Jorge Isaacs (Fig. 6) (2).

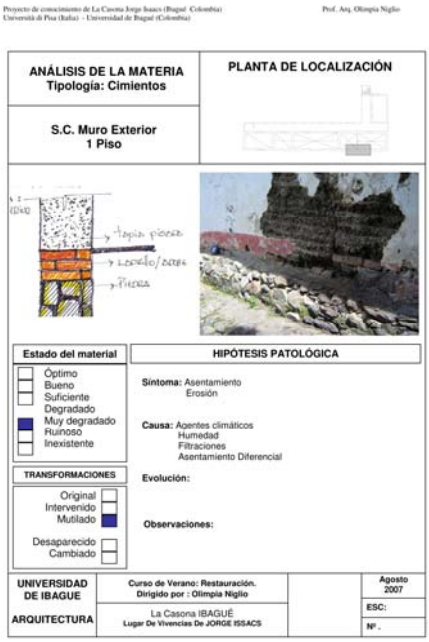


Fig. 6. – Un exemplo de ficha de ánalisis de la materia sobre la Casa de Jorge Isaacs (Crédito: Niglio, 2007)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Consideramos que el propósito planteado para el curso de verano CASONA DE LA MESETA se ha cumplido:

- La transmisión de la metodología para el análisis de este tipo de intervenciones, logrando una aproximación al trabajo de rigor que es necesario realizar, mediante la gestión de recursos que permitan de acuerdo a lo establecido por el Ministerio de Cultura, avanzar en el proyecto de restauración pertinente.

- La sensibilización de un colectivo ciudadano que motive a otros a trabajar por la recuperación, no solo de este bien inmueble, sino de un trabajo integral sobre la riqueza patrimonial y cultural del municipio de Ibague.

Seguramente para algunos, al ver el estado de la Casona, lo mas sencillo seria demoler y construir de nuevo, tal vez con una arquitectura moderna, llamativa; pero no por lo simple y o sencillo esta edificación pierde importancia, lo que es necesario privilegiar es lo que significa mantener y recuperar la historia de los pueblos. Bien dice el dicho popular “el que olvida su pasado está obligado a iniciarlo de nuevo”.

Por todo lo anterior consideramos que se hace necesario:

- Iniciar una labor de conscientización encaminada a recuperar en la memoria colectiva de la gente, la importancia de la Casona como elemento fundamental de nuestra historia.

- El estado de deterioro en el que se encuentra la Casona, clama porque las fuerzas vivas del municipio, la clase dirigente, la administración municipal y ¿por qué no? departamental, la comunidad en general vuelvan su mirada hacia este bien patrimonial cargado de historia, que lo convierte en un símbolo cultural que bien vale la pena conservar.

- Urge la intervención provisional de primeros auxilios de la Casona, para evitar que el estado acelerado de deterioro continué. Si esta gestión no se realiza oportunamente, se corre el riesgo que la estructura de la casa colapse.

Bibliografía

Autores Varios, (1994). *Ibagué, ayer, hoy y mañana*. Alcaldia popular de Ibagué y el Instituto municipal de Cultura, Ibagué.

Autores Varios, (1996). *Patrimonio, ¿Qué patrimonio?* Memoria Seminario Internacional, Instituto Nacional de Vías (Colombia), Santafé de Bogotá.

Autores Varios, (1998). Actas de las I Jornadas sobre *Arquitectura Histórica y Urbanismo en España*. Universidad de Cádiz.

Autores Varios, (2002a) *Manual de evaluación y reheabilitación sismo resistente de viviendas de bahareque tradicional* (Director General de trabajo, Prof. Ing. Omar Dario Cardona), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá

Autores Varios, (2002b) *Manual para la reheabilitación de viviendas costruidas en adobe y tapia pisada* (Director General de trabajo, Prof. Ing. Omar Dario Cardona), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá

Araque, W.N. (1996). *La Ciudad como museo en Latino América*, in ESCALA, Reutilización, n°173, Año 30, pp. 9-11

Bellini, A. (1994), *Teorie del restauro e conservazione architettonica*, in A. Bellini (a cura di) Tecniche della conservazione, Milano

Brandi C. (1977). *Teoria del restauro*, Torino 1977

Carbonara, G. (1997). *Avvicinamento al restauro*, Napoli

Dominguez, O. A. (1955). *La sociedad española en el siglo XVIII*. Madrid.

Guzmán, Á.I. (1996), *Poblamiento e Historias Urbanas del alto Magdalena Tolima. Siglos XVI, XVII y XVIII*, Universidad del Tolima. Santafé de Bogotá

Niglio, O. (2000), *La interdisciplinarietà del restauro: arte e scienza a confronto*, in “I Beni Culturali. Tutela e valorizzazione”, Viterbo, n° 3, anno VIII, giugno - luglio 2000, pp.3-8.

Niglio, O. (2004). *Tecnologie diagnostiche per la conservazione dei beni architettonici*, Padova

Niglio, O. (2007). *Proyecto de conocimiento de La Casona Jorge Isaacs, La Meseta en Ibague*, Colombia, Università di Pisa, SEU, Pisa

Niglio, O. (2009). *La restauración en la arquitectura. Métodos y técnicas de analisis*. Ibagué

Sánchez Gama, C.E. (2007), *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*, Apuntes, Arquitectura en tierra, Vol. 20 Núm 2 julio - diciembre, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, pp. 242-255

Yamín Lacouture, L. E. ; Phillips Bernal, C. ; Reyes Ortiz, J.C. ; Ruiz Valencia, D. ; (2007), *Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada,* Apuntes, Arquitectura en tierra, Vol. 20 Núm 2 julio - diciembre, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, pp. 286-303.

Notas

(1) Jorge Isaacs Ferrer, nació en el Valle del Cauca el 1º de Abril de 1837, sus padres fueron Jorge E. Isaacs, de origen Inglés y Manuela Ferrer. Su niñez la pasó entre Cali y Popayán, hasta 1848, cuando se trasladó a Bogotá e ingresó al colegio San Bartolomé, en 1854. Posteriormente inició la carrera de armas, donde se destacó. En 1856 se casó con Felisa González Umaña, con la que tuvo 6 hijos. Su vida se desarrolló entre la minería, la política, y la diplomacia, fue cónsul de Colombia en Chile en donde publicó varios artículos en el periódico El Mercurio. Los borradores de su novela cumbre, La María, los escribió en el campamento de Tagua, en 1864. Derrocó a Don Pedro Restrepo Uribe, presidente del Estado de Antioquia, por lo cual fue expulsado de la Cámara de Representantes, pues consideraron que había incurrido en levantamiento en armas. Se trasladó a vivir a la ciudad de Ibagué en el mismo año de 1880, a la casa de las afueras de la ciudad, que le ofreció su amigo y escritor Juan de Dios Restrepo, conocido literariamente como Emiro Castos. El presidente de Colombia Rafael Núñez, en 1882, lo nombró Presidente de la Comisión Científica en la Costa, a donde se dirigió e inició la etapa de su vida dedicada a la minería, período que fue muy fructífero: a él se le debe el descubrimiento del yacimiento que hoy conocemos como El Cerrejón. Paralelo a esta actividad, también se dedicó al estudio de las lenguas indígenas de la Guajira, entre ellas la wasanga. Durante su permanencia en estos parajes adquirió el paludismo, enfermedad que lo llevó a la tumba, el 17 de abril de 1895, a la edad de 58 anos.

(2) El projecto completo tiene 80 fichas de análisis.

Curriculum

Olimpia Niglio, Arquitecta, PHD en investigación sobre Conservación de Bienes Arquitectónicos en la Universidad de Nápoles “Federico II” (1999). Es profesora de la Universidad de los estudios eCampus. Desde 2006 es “visiting profesor” en la Universidad de Ibagué, donde coordina un curso de Restauración Arquitectónica. Ha publicado libros sobre la restauración: último, *La restauracion en la arquitectura. Métodos y técnicas de análisis*, 2009.

LAS IGLESIAS DEL ALTIPLANO: UN MODELO DE FUSIÓN ENTRE EL MUNDO HISPÁNICO Y ANDINO

Natalia Jorquera Silva
Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini", Universitá di Firenze,
INN-LINK-S Research Center, Italia
Via San Niccolò 93 - 50125 Firenze
Tel. (+39) 3486096082
E-mail: natalia.jorquera@taed.unifi.it

Tema 2: Patrimonio y conservación
Palabras clave: Arquitectura vernácula, patrimonio en tierra, modelo constructivo-estructural gravitacional.

Resumen
Las iglesias del norte andino de Chile, construidas desde mediados del siglo XVII e incluidas por el Estado Chileno en la Lista Tentativa de Postulación al Patrimonio Mundial de la UNESCO, representan un ejemplo valioso de arquitectura vernácula, resultado de un proceso de interacción y adaptación de una comunidad a un medio ambiente hostil (el desierto y la altura) donde la arquitectura nace de la utilización de los recursos naturales locales como materialidad y de la búsqueda de un lenguaje que comprende al edificio como parte del paisaje, logrando una total correspondencia con el medio ambiente; al mismo tiempo, el conjunto de iglesias andinas, representan la más grande síntesis entre las tradiciones culturales del mundo hispano y la compleja realidad étnica de la zona (quechua, tiwanaku, inca, aymara).

La presente ponencia dará a conocer este valioso patrimonio arquitectónico, y a la vez, mostrará sintéticamente 4 proyectos de restauración de las iglesias de Mocha, Limacsiña, Nama y Huasquiña, todas pertenecientes a la región de Tarapacá, Chile, afectada por un fuerte terremoto en Junio del 2005

1. INTRODUCCIÓN
Las iglesias del altiplano andino fueron construidas por los misioneros españoles a mediados del siglo XVI en todo el territorio que una vez comprendió el Tiwanaku (1), entorno al lago Titicaca, en el actual sur de Perú y Bolivia y norte de Argentina y Chile, como parte de la nueva política reduccional que impone el virrey del Perú, Francisco de Toledo a partir de 1572, consistente en la concentración de los indígenas en su mayoría parte del pueblo aymara, en poblados –sistema conocido como encomiendas- para poder cobrar el tributo, redistribuir la propiedad de la tierra y lo más importante, evangelizar; esta nueva organización territorial se sobrepuso preferentemente sobre caseríos ya existentes, donde canales de regadío y andenerías posibilitaban los cultivos agrícolas y por ende la subsistencia.

Los caseríos originales, estaban conformados por un canal central como elemento vital de abastecimiento y poseían unas pocas casas y corrales, enfrentando la zona de cultivo y pastoreo; a partir de la inclusión de los templos levantados al borde de los caseríos preexistentes, esta conformación cambia y la iglesia con su atrio y plaza pasan a ser el elemento principal al ubicarse siempre en un lugar estratégico visualmente, ya sea en una terraza más alta o en alguna explanada despejada, normalmente en sentido transversal a la cota natural, diferenciándose así de las viviendas dispuestas siempre siguiendo a ésta. Desde su construcción -realizada con la ayuda del trabajo comunitario, de un sacerdote y un maestro de obra-, la iglesia se transformará en el núcleo de reunión de la comunidad: en ella ocurre de todo, desde la celebración de los ritos de nacimiento, de conformación de la familia, de la muerte y por sobre todo lo más importante, la fiesta patronal con sus bailes religiosos, máxima

muestra de sincretismo entre las tradiciones cristianas e indígenas, transformándose también en centros rituales según la cosmovisión aymara; dicho sincretismo se traducirá en una arquitectura que mezcla elementos y conceptos del mundo aymara e hispánico, siendo el reflejo más tangible de este encuentro.

En Chile las iglesias altiplánicas se ubican en la zona andina del territorio denominado norte grande, que comprende las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá, y Antofagasta (ver Fig.1); en ese territorio existen geográficamente dos áreas bien diferenciadas, una correspondiente al Altiplano o meseta ubicada entre dos macizos cordilleranos a 4000-4800 msnm., y otra a la precordillera entre 2300-3800 msnm. donde la ubicación de los poblados es en estrechos valles entorno a los oasis que nacen en las quebradas, también llamados valles transversales; toda esta zona fue un área de convergencia de las principales rutas terrestres que han unido desde siglos ambos lados del macizo cordillerano, favoreciendo no sólo el intercambio de productos y bienes, sino también una profunda transferencia cultural desde el Perú y alto Perú (actual Bolivia) hacia Chile y Argentina, por lo cual toda el área sigue poseyendo un carácter unitario, compartiendo una tipología arquitectónica y conformación de los poblados en común.

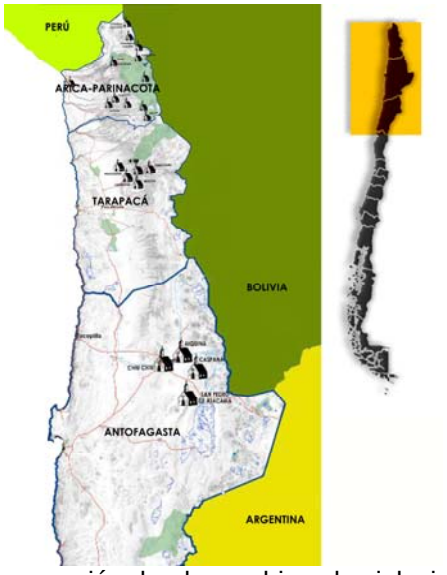


Fig. 1- Norte Grande chileno, región donde se ubican las iglesias del Altiplano. (Créditos: Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas, 2008)

En Chile, la mayoría de las iglesias están concentradas en las regiones de Arica-Parinacota y Tarapacá, donde existen aproximadamente 140 iglesias, y en menor medida en la región de Antofagasta donde se registran unas 20.

2. FORMACIÓN DE UNA TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

Las iglesias del altiplano andino, representan una síntesis entre las tradiciones culturales andinas e hispánicas, son la manifestación física de un sincretismo religioso, de dos visiones de mundo reunidas en lo sagrado.

Desde el punto de vista arquitectónico, las iglesias heredan como parte de la tradición aymara la concepción de una arquitectura que nace a partir del “modelamiento” de los materiales naturales como una gran obra de alfarería, teniendo siempre como referente formal la figura del cerro que representa la máxima divinidad andina, la *Pachamama* (2); el manejo de los materiales locales como la piedra, la tierra, el cactus y el chañar, la torta de barro y la paja brava, y la concepción del espacio con un interior único de forma rectangular sin vanos más que el acceso, todo rodeado de un muro para separar el espacio cotidiano del sagrado.

Por su parte, el aporte español se ve reflejado en la concepción de un espacio cerrado para la reunión de los fieles y el festejo del oficio sagrado; formalmente se incorporan al volumen principal de la iglesia, el atrio como lugar procesional, la torre de campanil, los portales, y la proyección de los muros y la cubierta sobre el acceso principal.

La fusión de estos dos modelos, donde se mezcla la sencillez de la arquitectura aymara y la incorporación de elementos hispánicos decorativos sobrepuestos al edificio, forma parte del estilo conocido como “Mestizo” o “Barroco Andino”, cuya manifestación principal son los mencionados portales ricamente decorados, donde una vez más se alude al sincretismo al utilizar tanto iconografía cristiana como elementos de la flora y fauna local sagrados para el mundo aymara.

Los elementos principales que conformarán la tipología de las iglesias andinas serán: la presencia de una sola nave (3) construida en mampostería de piedra o adobe, sin vanos destinados a ventanas, con contrafuertes y eventuales capillas laterales, un campanil normalmente exento, un portal sobre el acceso principal decorado con elementos ornamentales como columnas y otros elementos típicos del barroco (volutas, flores), un atrio utilizado para las festividades y un precinto que rodea la iglesia delimitado por una pirca, un umbral de acceso, y la presencia de una “posa” o monolito de piedra para depositar la imagen durante la procesión religiosa; más tarde aparecieron los coros sobre la entrada. Dentro de este esquema, el campanil es comprendido como el “macho”, lo vertical, y la nave como la “hembra”, lo horizontal que acoge, como la madre tierra, como característica de la visión dual del universo aymara (ver Fig. 2). Otra característica será “la tendencia al contraste entre un exterior despojado y la riqueza ornamental del equipamiento en el espacio interno de las capillas” (Benavides, Gutiérrez, 2006, p. 114)

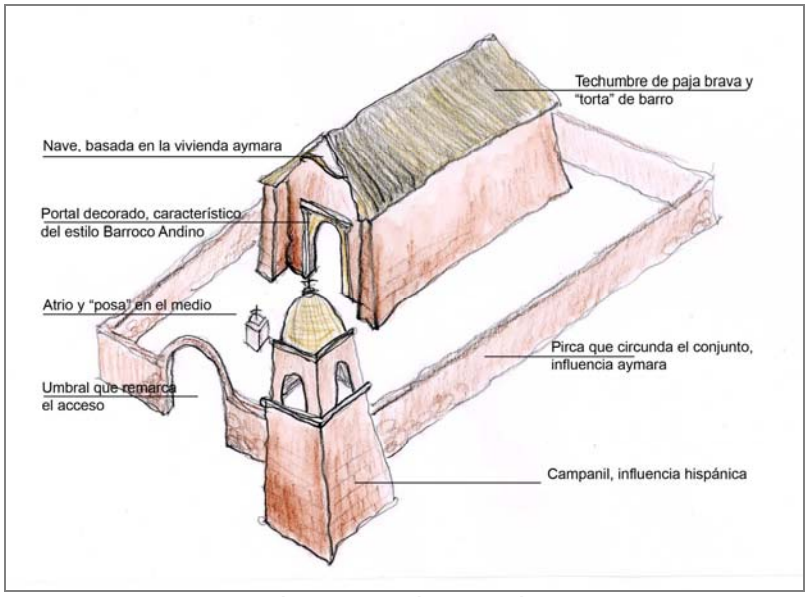


Fig. 2. Esquema de la tipología arquitectónica (créditos: Natalia Jorquera, 2009)

Durante el primer periodo de construcción de estos templos, se erigirán volúmenes pequeños de diseños similares a las viviendas existentes en la zona (Benavides, Gutiérrez, 2006, p. 114), esto como herencia de la tradición aymara donde las viviendas se construyen sólo para cobijar las necesidades básicas –y luego en el caso de la iglesia sólo para la celebración del oficio- pues el resto de las actividades se realiza en las explanadas que es al mismo tiempo el espacio de los ritos de veneración y agradecimiento a las fuerzas de la naturaleza según la tradición aymara, y el escenario de las fiestas religiosas patronales donde se funden los ritos cristianos con los paganos. Esta concepción del espacio pequeño, además tiene una razón técnica:

la escasa madera de la zona (queñoa, chañar, cardón o cactus) que implica la construcción de techumbres capaces de salvar luces breves, y por ende la construcción de volúmenes pequeños.

Dentro de esta tipología, existe una sutil diferencia entre las iglesias del área del altiplano y aquella de la precordillera debido a las divergencias propias de ambos ecosistemas: en el altiplano las condiciones climáticas son extremas, con vientos, nieve y lluvias torrenciales y temperaturas que oscilan entre 10° y -30° en la noche, lo que da origen a una arquitectura más de masa y sin fenestraciones aparte del acceso, manteniéndose más acentuadas las características de la arquitectura aymara, como la presencia de una robusta torre de campanil siempre exenta que se ubica en la parte delantera del conjunto; la precordillera en cambio cuenta con climas más moderados y buenos recursos de agua a partir de los ríos que nacen en la cordillera y bajan por las quebradas, por tanto se trata de un territorio más fértil con una flora más abundante que posibilita la aparición de un mayor número de elementos de madera, como los tímpanos o la torre de campanil, la cual en muchos casos se encontrará adosada a la fachada principal, existiendo en varios casos dos torres, una a cada lado, con un lenguaje que es de clara influencia hispánica; también aparecen vanos más grandes –normalmente en las torres- y espacios intermedios (ver Fig. 3).



Fig. 3 – Comparación entre una iglesia del área altiplánica y de la precordillera. A izquierda, Iglesia de Caraguano, a derecha, Iglesia de Limacsiña. (Créditos: Consejo de Monumentos Nacionales, 2005)

Desde el punto de vista urbano, también existen diferencias en ambas áreas: en el altiplano, la iglesia estará ubicada en una gran planicie enmarcada por las altas cumbres; en la precordillera en cambio, dada las grandes pendientes, el territorio desde épocas precolombinas fue moldeado en forma de terrazas, allí por tanto, la iglesia tendrá que superar los desniveles de terreno y normalmente se ubicará en la cota más alta del poblado, dominando el espacio. En ambos casos, existe una total mimetización y armonía con el paisaje a través de la utilización de los materiales locales, la acertada ubicación de lo construido y la búsqueda de un lenguaje que comprende al edificio como parte del paisaje, logrando una arquitectura en total correspondencia con el medio ambiente.

3. ANÁLISIS DEL MODELO CONSTRUCTIVO ESTRUCTURAL

Como todo ejemplo de arquitectura vernácula, la construcción de los templos nace de la utilización de los recursos naturales locales como materialidad: tierra, piedra, y madera en menor proporción, utilizando los dos primeros para la conformación de muros y la última para el complejo de techumbre; en Chile, las técnicas constructivas empleadas varían desde "*la más rústica estructura de muros de piedra en bruto asentadas en barro, hasta el adobe estandarizado y correctamente aparejado"*, (Benavides, 1988, p.143), pero la tipología constructiva más difundida, es aquella de muros conformados por albañilerías de adobe, de hasta 1.20 metro de espesor (para afrontar las grandes diferencias de temperaturas entre el día y la noche), cimientos, zócalos y portales de piedra y estructura de techumbre a dos aguas, compuesta por

tijerales de madera en esquema de par y nudillo, amarrados con cuero de llama y cubierta de paja brava y barro –llamada torta-, que servía como elemento de aislación térmica.

Desde el punto de vista estructural, las iglesias andinas desarrollan un sabio sistema para-sísmico estático, basado en su figura geométrica y esbeltez que responden a algo parecido al ángulo natural de reposo del material libremente dispuesto, y al adosamiento de elementos estructurales complementarios que trabajan apoyando los muros largos: contrafuertes, sacristías, campanarios, terrazas, taludes, enterramientos que contrarrestan los empujes horizontales sísmicos; todo el conjunto responde a una verdadera “arquitecturización” de la figura del cerro - la máxima expresión formal de la veneración andina-, por tanto una volumetría estática estable (ver Fig. 4). Por su parte, la estructura de techumbre en esquema de par y nudillo conforma un diafragma rígido que unifica el trabajo de los muros.

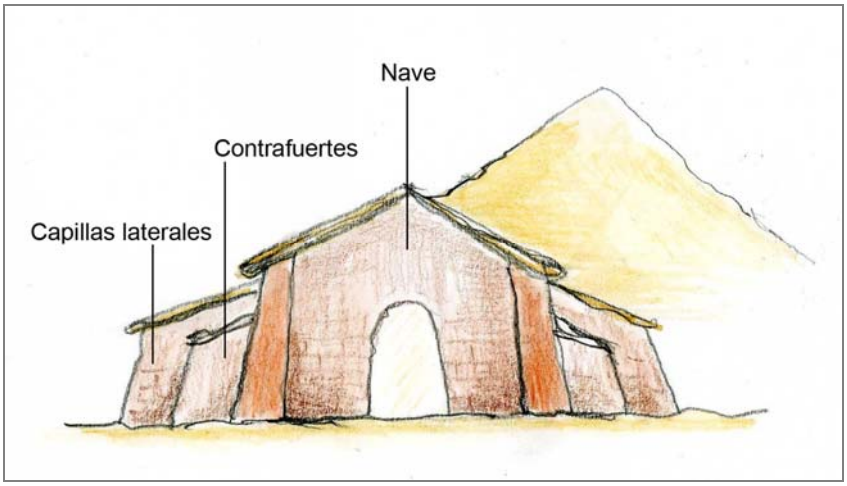


Fig. 4 – Modelo estructural estático-gravitacional, consistente en el adosamiento de volúmenes laterales que “apoyan” la nave principal, asemejando la figura del cerro. (Créditos: Natalia Jorquera, 2009)

Desde el punto de vista dinámico sin embargo, el comportamiento de las iglesias es discreto, careciendo de elementos complementarios de estabilización, como las llaves u otros amarres horizontales que ayuden a contrarrestar los empujes laterales sísmicos (4). Frente a esta carencia dinámica, es que las iglesias, optaron por el engrosamiento de los muros (llegando incluso hasta 2 metros) donde cada eje se transforma prácticamente en un elemento auto soportante que está en pie por peso propio, y en la incorporación de terrazas o contrafuertes para detener o contrarrestar los empujes, es decir, un refuerzo del modelo estructural estático-gravitacional.

4. PATRIMONIO VULNERABLE

Desde las primeras décadas del siglo XX, las regiones andinas del norte grande de Chile, han sufrido grandes cambios económicos y sociales, en particular la crisis salitrera (5) de los años 30 que provocó la emigración de los habitantes del interior hacia las ciudades, causando “*el abandono sostenido de los poblados, los cuales quedaron prácticamente desiertos la mayor parte del año, provocando con ello una falta importante de mantenimiento de las construcciones y el deterioro acelerado provocado por factores climáticos adversos*” (Riquelme, 2005, p. 33).

Dicho abandono y la subsecuente pérdida del “saber constructivo”, sumado a la gran actividad sísmica de la zona, ha provocado el deterioro de las iglesias, y por tanto el peligro de desaparición de un importante patrimonio. El último gran sismo del 13 de Junio del 2005 de magnitud Richter 7.9, con epicentro en la comuna de Huara en la Región de Tarapacá, que devastó una gran cantidad de inmuebles, no fue sino el

último eslabón de un proceso que ha llevado a las iglesias a un estado de gran vulnerabilidad, donde la conservación de los templos no es sino un reflejo del estado de cohesión de las comunidades. Las labores de restauración entonces, se tornan complejas dentro de este escenario

Desde un punto de vista técnico, las principales causas de colapso de muchas de las iglesias luego del sismo del 2005, pueden resumirse en:

- La mencionada falta de mantención que tenía a los inmuebles ya en un estado de deterioro antes del sismo (cabe destacar que en aquellos poblados donde existe aún una comunidad activa preocupada de la mantención de sus bienes, los daños no fueron graves).
- La naturaleza del sismo: catalogado como un sismo “intraplaca” -lo que significa que tiene su epicentro en una zona interna de la placa oceánica - de “alta frecuencia” y “alta aceleración” que significa que tiene un periodo corto pero intenso, se tradujo en un verdadero “zamarrón” que hace que las construcciones de carácter estructural rígido, como lo es el caso de la iglesias altiplánicas, respondan a través del desmoronamiento y volcamiento de alguna de sus partes, como un mecanismo de liberación de energía.
- Problemas de la fábrica original o de las intervenciones registradas: falta de trabazón y amarre entre los distintos elementos; mala calidad del mortero de pega (tierra con poca capacidad conglomerante, baja presencia de arcilla); “intervenciones erróneas”.

5. INICIATIVAS DE PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO

Durante el año 2007 el Estado chileno realizó la formulación del *Programa Puesta en Valor del Patrimonio* buscando dar respuesta a la creciente preocupación de la sociedad por preservar su patrimonio cultural, que en la mayoría de los casos se encuentra en situación de deterioro y permanente vulnerabilidad y que hasta ese entonces no contaba con una política pública de alcance nacional que respondiera de forma directa a esta necesidad. El programa que cuenta con un crédito aporte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y se ejecuta a través de los Gobiernos Regionales con el apoyo técnico de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, invierte recursos públicos en proyectos de protección y puesta en valor de activos patrimoniales inmuebles que hayan sido declarados Monumentos Nacionales o que tengan méritos para serlo, que cuenten con prioridad de los Gobiernos Regionales y que sean gestionados de modo sostenible. Dentro de las principales tipologías de bienes patrimoniales a intervenir se encuentran las iglesias de la región andina.

Para el presente año 2009, el programa ha financiado más de 60 proyectos de restauración, de los cuales un gran porcentaje se encuentra construido en tierra cruda, principalmente en adobe. La disyuntiva de cómo restaurar respetando las técnicas constructivas tradicionales, y a la vez asegurar la vida de los usuarios en un país altamente sísmico, con la actual normativa vigente que no permite la construcción con adobe en áreas urbanas y menos en edificios de uso público, ha abierto una nueva mesa de diálogo que ha llevado a la Instituto de la Construcción y al Colegio de Ingenieros de Chile al desarrollo de una Normativa para la Intervención Patrimonial de Inmuebles construidos en Adobe, basándose en las normativas internacionales como la Norma Peruana, la Suiza, la Alemana, y las leyes regionales de Abruzzo y Piemonte de Italia; se estima que dicha normativa esté lista para el mes de Marzo del 2010.

6. CUATRO EJEMPLOS DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

Como parte del *Programa Puesta en Valor del Patrimonio*, los gobiernos regionales de Arica-Parinacota, Tarapacá y Antofagasta han llamado este año mediante licitaciones públicas a la restauración de varias iglesias de la región andina que cuentan con la categoría de Monumento Histórico; dentro de esta iniciativa, la consultora chilena Surtierra Arquitectura (6), se encuentra realizando los proyectos de restauración de las

iglesias de Limacsiña, Huasquiña, Mocha y Nama, todas pertenecientes a la región de Tarapacá.
Las cuatro iglesias, todas afectadas fuertemente por el sismo del 2005, se encuentran en distintos estados de conservación, ya sea por razones derivadas de las técnicas constructivas empleadas, como por el estado de mantención en el que se encontraban previo al terremoto. Limacsiña y Huasquiña, construidas en mamposterías de piedra pegadas con mortero de tierra, se encuentran en estado de colapso y cuentan con una comunidad local muy reducida; Mocha construida en adobe y piedra, presenta graves daños estructurales, y posee una comunidad mediana; Nama en cambio, construida enteramente en adobe, cuenta con una comunidad muy activa que luego del sismo del 2005 procedió a restaurar la iglesia de manera autónoma, siguiendo la tradición secular, y respetando las técnicas constructivas, lo que constituye un ejemplo de que el valor patrimonial está estrechamente relacionado al grado de importancia que una comunidad otorga a un bien.

La iglesia de Limacsiña, construida en mampostería de piedra pegada con mortero de barro, posee una única nave, dos capillas laterales y espesores de muros de 1,3 metros; su volumetría general, alude muy marcadamente a la figura del “cerro”, al estar completamente rodeada por terrazas que actúan como contrafuertes a lo largo de todo los muros. Luego del sismo de Junio del 2005, la iglesia quedó completamente en el suelo, es decir, su estado es de colapso total. En este caso, a diferencias de otras iglesias de la zona, no se produjeron vaciamientos, desaplomes y grietas, sino, un desmoronamiento total desde arriba hacia abajo, quedando sólo en pie parte de la fachada, portales, las bases de muros y terrazas; la cubierta por su parte colapsó completamente

La iglesia de Huasquiña, también construida en mampostería de piedra, posee una sola nave y tres volúmenes adosados: un campanil a plomo con la fachada –del cual hoy sólo queda la base- un baptisterio, y una sacristía; en su costado izquierdo posee tres grandes contrafuertes; sus espesores de muros son de 1 metro en promedio. Fruto de las continuas intervenciones que ha sufrido la iglesia a lo largo de su historia, pero por sobre todo debido a la última intervención de 1983, es que hoy el inmueble dista mucho del original, no sólo en términos morfológicos y por ende simbólicos, sino también estructurales y constructivos: la intervención de 1983 se limitó a la sobreposición brusca de una estructura de hormigón armado a la iglesia, la cual no sólo cambió completamente el aspecto del inmueble, sino que dejó a la iglesia original sin ninguna participación estructural (ver Fig.5).



Fig. 5- Iglesia de Limacsiña en total colapso estructural, e iglesia de Huasquiña con graves daños producto de la implantación de una estructura de hormigón. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2009)

Hoy a cuatro años del evento sísmico, los daños visibles son: colapso de sacristía y baptisterio, desmoronamiento de contrafuertes y de enteras porciones de muros, grietas verticales pasadas en las esquinas, separación evidente entre el confinamiento

de hormigón armado y las mamposterías; la iglesia por tanto, se encuentra en un momento extremadamente vulnerable debido al desconocimiento que implica la implantación de un modelo externo que truncó toda la relación arquitectura-medio ambiente-historia en la cual se inserta.

La iglesia de Mocha por su parte, esta conformada por una gran nave construida en adobe con elementos de piedra en portales, dinteles, cadenas y zócalos; dos capillas laterales y dos contrafuertes construidos en técnica mixta de adobe y mampostería de piedra, y un campanil de madera; sus espesores de muro son en promedio de 1.2 metro. La iglesia presenta graves daños estructurales, teniendo fallas típicas de una construcción con mamposterías mixtas en adobe simple y piedra, esto es, vaciamientos, pérdida de trabazón en las esquinas, desaplomes y grietas de cortes en torno a vanos, siendo el daño más evidente, el vaciamiento con pérdida de material de la base de la torre del campanil y el desmoronamiento de la fachada posterior.

Por último, la iglesia de Nama, es de los 4 inmuebles citados la que se encuentra en mejor estado de conservación y además constituye uno de los ejemplos más puros dentro de la tipología de iglesias andinas (ver figura 6); la iglesia construida enteramente en adobe, posee una sola nave, dos capillas laterales en su parte posterior, adosadas a ambos lados de la fachada trasera, varios contrafuertes a ambos lados de los muros longitudinales y dos bases de torres adosadas a la fachada principal, con un torreón al lado norte; sus espesores de muros son de 1 metro en promedio; Luego del sismo de Junio del 2005, la iglesia se vio medianamente afectada, presentando algunos desmoronamientos importantes en los encuentros de las bases de torres con la fachada principal y en la torre propiamente tal; frente a dichos daños, la comunidad de Nama procedió a la restauración del inmueble a través de un proceso participativo de “jornadas” o “faenas” en las cuales se rehicieron los adobes y posteriormente se procedió a la reconstrucción del torreón de la iglesia y de los otros sectores derrumbados, además de la incorporación de filas de alambres en la esquina de la base de la torre, que cumplen la función de evitar el vaciamiento de esa porción de muro; este proceso se desarrolló de manera autónoma e independiente por parte de la comunidad, con una mínima intervención de agentes técnicos externos.



Fig. 6- Iglesia de Mocha con graves daños e iglesia de Nama, restaurada por su comunidad. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2009)

En los cuatro casos, la consolidación estructural a realizar tendrá como principio el respetar la eficiencia del sistema estático gravitacional existente, y complementarlo con elementos capaces de mejorar el comportamiento propio de la estructura en sus partes, a fin de que ésta trabaje adecuadamente por gravedad (peso) junto con absorber el esfuerzo dinámico ante eventos sísmicos, dotando al edificio de un factor de seguridad; es decir, se sustituirá la idea de “reforzar”, por la de “estabilizar”, consistente en el reconocimiento de la tecnología ancestral y de la mantención de

ésta, mejorando sus propiedades mecánicas, a fin de que “no enfrente” el sismo, sino que “lo acompañe” añadiendo elementos estructurales más dúctiles, que mejorarán la capacidad sismorresistente del edificio, tomando como referentes los refuerzos con mallas plásticas utilizada en Perú en viviendas de adobe y de malla electro-soldada desarrollada por la misma consultora en proyectos anteriores; dichos complementos serán ubicados de manera horizontal cada ciertas hiladas de adobe o mampostería, constituyendo escalerillas que seccionen los esfuerzos en la altura de los muros; y en el encuentro de elementos perpendiculares carentes de trabazón con el fin de amarrar toda la estructura.

Como operaciones de restauración propiamente tal, las acciones serán: en el caso de Limacsiña, una reconstrucción total mediante la recomposición de sus partes reutilizando las piedras y otras materias primas (anastilosis); en Huasquiña, un “amarre” de todas las partes del edificio, y una liberación de los elementos de hormigón que reemplazan el trabajo estructural del inmueble; en Mocha, la reconstrucción de las partes faltantes reutilizando los adobes en buen estado y construyendo los necesarios reutilizando las materias primas, y en el caso de Nama, por tratarse de un caso ejemplar donde el saber asociado a la utilización de las técnicas constructivas tradicionales no se ha perdido del todo, se procederá a realizar intervenciones puntuales de “amarre” de partes que hoy carecen de trabazón, en un proceso en conjunto con la comunidad.

7. REFLEXIONES FINALES

Las iglesias del Altiplano constituyen un valioso legado arquitectónico fruto del encuentro entre dos mundos; desde su nacimiento hace varios siglos, han ido adaptándose al paso del tiempo, a los continuos desastres naturales y a las necesidades de sus comunidades. Hoy, como gran parte del patrimonio arquitectónico construido en tierra cruda y en técnicas tradicionales, se encuentran en un estado de conservación altamente vulnerable, en gran medida por la disminución de la comunidad local vinculada a ellas, y en parte por el desconocimiento de la población en general respecto al valor que ellas representan.

En Chile, los nombres de los lejanos poblados del norte andino y de sus iglesias empezaron a escucharse y a trasformarse en un tema de estudio para la comunidad científica y profesional sólo a partir del sismo de Junio del 2005, donde frente al peligro de que éstas desaparecieran totalmente, han surgido iniciativas de proyectos de restauración y de investigación. La presente ponencia pretende contribuir a dicha labor de difusión teniendo como premisa que la puesta en valor de cualquier tipo de patrimonio parte por el darlo a conocer.

Bibliografía

Aura consultora Ltda. (2003). *Guías de diseño arquitectónico aymara para edificios y espacios públicos*. Santiago (Chile): Publicación de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Benavides, A. (1961). *La arquitectura en el Virreinato del Perú y en la Capitanía General de Chile*. Santiago (Chile): Editorial Andrés Bello.

Benavides, J; Márquez de la Plata R.; Rodríguez L. (1977). *Arquitectura del Altiplano: Caseríos y villorrios Ariqueños.* Santiago (Chile): Editorial Universitaria.

Benavides, J.; Gutiérrez, R. (2006). La Arquitectura en los Andes del Capricornio. *Las rutas del Capricornio Andino. Huellas milenarias de Antofagasta, San Pedro de Atacama, Jujuy y Salta*. Santiago (Chile): Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, pp 105-117.

Dirección de Arquitectura Ministerio de Obras Públicas (2008). *Programa Puesta en Valor del Patrimonio*. Disponible en http://www.arquitecturamop.cl/portada/0905 (Consultada: 15/03/2009)

Leroy Tolles, E.; Kimbro, E.; Ginell, W. (2002). *Guías de planeamiento e ingeniería para la estabilización sismorresistente de estructuras históricas de adobe*. Los Angeles (USA): The Getty Conservation Institute.
Disponible en http://www.getty.edu/conservation/publications/(Consultada: 10/09/2009)

Montandón, R. (1951). *Iglesias y Capillas coloniales en el desierto de Atacama*. Santiago (Chile): Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales.

Riquelme, A. (2005). Daño sísmico en el patrimonio arquitectónico de la región de Tarapacá. *Reconstruyendo con la Madre Tierra. Encuentro entorno a la conservación del patrimonio religioso de la región de Tarapacá y los desafíos de la reconstrucción*. Santiago (Chile): Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, pp 32-35.

Vargas, J. (2005). Intervención sismorresistente de estructuras históricas de adobe. *Reconstruyendo con la Madre Tierra. Encuentro entorno a la conservación del patrimonio religioso de la región de Tarapacá y los desafíos de la reconstrucción*. Santiago (Chile): Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, pp 42-49.

Notas

(1) Las iglesias del altiplano se ubican entorno al territorio que una vez ocupó el Tiwanaku, Estado que se constituyó entorno al 2500 A.C hasta el 1150 D.C; la región luego fue habitada por señoríos aymaras que llegaron hacia el siglo XIII, y luego a partir del 1300 D.C, por los Incas (Tawantisuyo), hasta la llegada de los españoles a la zona en 1532.

(2) La *Pachamama* o *Madre Tierra* es la máxima divinidad andina, relacionada con la fertilidad y la abundancia gracias a la cual se vive, se representa con la figura del cerro, pues en sus faldas nace la vida.

(3) Las iglesias andinas siempre cuentan con una sola nave a excepción de San Lorenzo de Tarapacá, ubicada en la región del mismo nombre, Chile, que posee dos naves siamesas ya que fue construida en varias fases.

(4) En las construcciones de adobe de la zona central de Chile, existen las llamadas “llaves”, especies de escalerillas horizontales de madera, ubicadas cada 5 hiladas de adobe aproximadamente, que disminuyen la altura del muro sujeto a trabajo frente a un empuje y por ende, ayudan a estabilizarlo.

(5) Entre 1880 y 1930, la economía chilena se sustentó básicamente de la extracción del salitre Initrato de sodio) que se obtiene principalmente en la zona norte, en plano desierto de Atacama; luego de la invención del salitre sintético por los alemanes, el mercado internacional dejó de requerir el producto chileno y esto llevó a una gran crisis económica que obligó a cerrar muchas plantas mineras y campamentos asociados, y provocó un gran desempleo.

(6) La consultora chilena Surtierra Arquitectura, compuesta por los socios arquitectos Marcelo Cortés y Patricio Arias, desarrolla proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra.

Curriculum:

Natalia Jorquera Silva: Arquitecta Universidad de Chile 2005; colaboradora externa de la consultora chilena Surtierra Arquitectura; candidata a Doctor en la Universidad de Florencia, Italia, donde realiza proyectos de investigación en el ámbito del patrimonio vernacular y de las culturas constructivas locales.

PATRIMONIO INDUSTRIAL EN TIERRA CRUDA: LA SALITRERA DE MARÍA ELENA, UN MODELO CONSTRUCTIVO MIXTO

Natalia Jorquera Silva
Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini", Universitá di Firenze, INN-LINK-S Research Center, Italia
Via San Niccolò 93 - 50125 Firenze
Tel. (+39) 3486096082
E-mail: natalia.jorquera@taed.unifi.it

Tema 2: Patrimonio y conservación
Palabras clave: ciudad minera, patrimonio industrial en tierra, sistemas constructivos mixtos

Resumen
María Elena es una ciudad minera del norte de Chile construida en pleno desierto de Atacama a inicios del siglo XX; los edificios de su centro cívico constituyen una muestra patente de la fusión entre dos culturas constructivas: la industrial que tiene como principio la prefabricación y el uso del hierro, importada por los norteamericanos que fundaron la ciudad, y la arquitectura local basada en la utilización del adobe, que representa como material el mecanismo más eficaz de adaptación al hostil clima de la pampa. Este interesante sistema constructivo era desconocido hasta que en Noviembre del 2007, un fuerte terremoto afectara la zona y los daños presentes en los edificios dejaron entrever que bajo los gruesos muros de adobe, existían pilares de hierro o de madera.
El presente documento tiene como objetivo el profundizar la investigación sobre las tipologías arquitectónicas y los sistemas constructivos que componen dicho patrimonio industrial (1), a la vez que mostrar los proyectos de restauración de los Monumentos Históricos afectados por el sismo, llevados a cabo por la consultora chilena Surtierra Arquitectura.

1. INTRODUCCIÓN
La comuna de María Elena, ubicada en la región de Antofagasta, se encuentra emplazada en pleno desierto de Atacama, en lo que comúnmente se denomina “la pampa”, una planicie en la depresión intermedia que constituye uno de los lugares más áridos del mundo; allí funciona una de las últimas mineras que extrae salitre (nitrato de sodio) en funcionamiento en el mundo, con un campamento minero asociado donde en la actualidad vive una población de 7 mil habitantes.

El territorio de la pampa atacameña desde épocas precolombinas ha sido rico en distintos tipos de minerales, transformándose la minería en una de las principales fuentes de desarrollo para Chile; a partir de la Guerra del Pacífico (1879-1884) el territorio se dedicó a la explotación del salitre hasta los años 30’ y luego a la explotación del cobre a gran escala.

El salitre, extraído del llamado “caliche” (2) comienza a ser especialmente requerido desde Europa a partir de 1830, utilizado como abono y más tarde en la fabricación de explosivos; esta demanda llevó a la explotación del caliche en un vasto territorio que derivó en la creación de más de 55 oficinas salitreras, en poder preferentemente de peruanos y chilenos, dueños del mayor depósito natural de yodo y nitrato del mundo; a partir de la Guerra del Pacífico, Chile se anexa los territorios del desierto de Atacama y se transforma en el mayor productor de nitrato del mundo. Así, entre 1880 y 1930 las exportaciones salitreras constituyeron la principal área de la economía chilena, lo que se conocerá como el periodo del “auge del salitre”.

Alemania que fue el principal comprador de salitre chileno, luego del bloqueo comercial que le es impuesto a partir de la Primera Guerra Mundial, inventa el salitre sintético, que lleva a la obsolescencia del proceso de extracción clásico conocido

como Shanks y provoca el cierre de numerosas oficinas salitreras y el desempleo de miles de trabajadores; así en 1924 “The Lautaro Nitrate Company Limited” cerraba las puertas de la oficina Chacabuco, la última gran oficina con tecnología Shanks. Ante esta situación los inversores norteamericanos Guggenheim Brothers intentaron recuperar la competitividad de la industria con el desarrollo de un nuevo método de elaboración, denominado Sistema Guggenheim; este sistema pretendió hacer la competencia al salitre sintético, disminuyendo los costos de producción, gracias al ahorro de energía (lixiviación a menor temperatura), mayor mecanización del sistema y utilización de caliches de ley más baja. (Velasco, 2008, p.4)

En ese contexto, a partir de 1925 se inicia la construcción de “María Elena” la primera oficina salitrera en incorporar el nuevo método de extracción Guggenheim. El campamento minero, diseñado por ingenieros y arquitectos norteamericanos y construido por manos pampinas entre 1925 y 1927, se basó en el concepto de “ciudad ideal” para albergar a una ingente cantidad de trabajadores venidos de diversos lugares de Chile y de países limítrofes que se integraban a este nuevo impulso de la minería del salitre. La finalidad de este nuevo concepto era posibilitar que los mineros se identificaran con los espacios institucionales de la empresa Anglo-Chilean Consolidates Nitrate Corporation (dueña e impulsora de este proyecto), para que se arraigaran en ese contexto geográfico tan adverso como lo es la pampa en el desierto más árido del mundo. (Velasco, 2008, p.5)

El trazado de la ciudad posee forma de bandera inglesa, esto es, una planta octogonal, con cuatro lados mayores y cuatro lados menores, desde donde surgen dos diagonales que convergen en la plaza, entorno a la cual se ubican los edificios más importantes correspondiente a las instituciones públicas (Consejo de Monumentos Nacionales, 1999, p.1), y en las vías diagonales que se abrían desde allí, las viviendas para los mineros (ver Fig. 1). Los anchos de calles y la pequeña escala de las construcciones de un piso de habitación para los obreros traducen de cierta manera la vastedad del desierto que la rodea.



Fig. 1 – Foto aérea donde se aprecia el trazado que hace alusión a la bandera inglesa.
(Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008; fuente: Google Earth)

Actualmente el territorio de María Elena y la totalidad de sus edificios pertenecen a la empresa privada SQM (Sociedad Química Minera), sin embargo por poseer una población superior a 6 mil habitantes, el Estado chileno cedió su administración a un

Municipio; esta dualidad entre propiedad privada y administración pública ha llevado a más de una divergencia al momento de intervenir el espacio urbano y sus edificios, sobre todo luego del terremoto de Noviembre del 2007, cuando el Municipio frenó las labores de demolición llevadas a cabo por la empresa sobre un gran número de edificios dañados, y llamó a su restauración a través del Ministerio de Obras Públicas.

2. LAS TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS DE MARÍA ELENA Y EL USO DE LA TIERRA.

La planificación de María Elena tuvo que lidiar con la hostilidad del contexto geográfico, creando un asentamiento artificial donde no existía ningún tipo de recursos naturales que permitiese satisfacer las necesidades básicas como el alimentar a la gran población obrera, así desde sus inicios tuvieron que pensarse rutas de abastecimiento de productos desde otras localidades, así como dotar al campamento de infraestructura acorde a los nuevos tiempos.

Como la mayoría de los campamentos salitreros, María Elena tuvo un diseño altamente estratificado y jerarquizado, donde la separación entre obreros y jefes se expresaba en barrios distintos, dividiéndose la ciudad en tres zonas bien diferenciadas: el centro donde se ubican los servicios, la zona residencial para los obreros a continuación del centro, y las casas de los gerentes de las minas en la periferia, más cerca de la planta de explotación minera.

En este contexto de aridez y aislamiento, la tierra se trasformó en el principal material de construcción para los distintos tipos de edificios al ser lo único que existe a mano como recurso local, dando lugar a diversas tipologías constructivas y modelos arquitectónicos. Cabe destacar que la tierra del lugar –el caliche- posee una baja presencia de arcilla y en cambio un gran porcentaje de sal, lo que en otro contexto hubiera resultado nefasto para la construcción de adobes, sin embargo, gracias a la invención de sistemas mixtos de construcción y a la casi nula pluviosidad de la zona, se pudieron construir edificios que hasta el día de hoy no poseen ningún tipo de degrado físico-químico a pesar de la calidad de dicha materia prima. Dentro de este esquema, resulta interesante que la tierra fue elegida para los edificios de alto nivel como las instituciones públicas y las viviendas de los gerentes de las minas –rompiendo el esquema de asociación del uso de la tierra con la pobreza-, debido a su capacidad de apaciguar las grandes fluctuaciones de temperatura que afecta a la zona desértica de Atacama, con mínimas de -15° y máximas sobre los 30°.

Así, los edificios del llamado centro cívico donde se encuentran agrupados todos los servicios, dada la gran envergadura que requerían, fueron construidos en un sistema mixto consistente en grandes estructuras metálicas o de madera, embebidas al interior de gruesos muros de adobe, dando origen a especies de galpones de tierra, de grandes luces y alturas.

Los chalets de los gerentes ubicados en el llamado “barrio americano”, eran de tipología aislada, sólo de un piso y utilizaron en su totalidad gruesos muros de adobe en dobles hiladas (60 cms. de espesor).

Las viviendas obreras por su parte, agrupadas en hileras de 12 casas pareadas con un pequeño patio trasero, por ser de menor calidad, fueron construidas en tabiquerías de madera, malla metálica y relleno de tierra con un pequeño porcentaje de cemento, una especie de quincha rellena con suelo-cemento, presentando una calidad térmica y acústica muy por debajo del resto de los edificios de la ciudad, al tener muros de espesores menores.

Un elemento en común de las tres tipologías mencionadas, es la adopción de un particular estilo arquitectónico conocido como “New Mexico”, consistente en fachadas de altura superior al resto del volumen, cuyas cornisas son decoradas con geometrías de curvas alargadas que esconden las aguas de la techumbre (ver Fig. 2); dicha decoración es también modelada en tierra.



Fig. 2- Estilo “New Mexico” característico por sus frontones que rematan con figuras geométricas curvas . (Créditos: Nelsón Aranda, 1965)

Esta organización inicial de la ciudad, aún hoy se mantiene y está completamente vigente en todos sus usos, existiendo un arraigo muy grande de la población minera al campamento donde la mayoría vive desde hace generaciones, creando vínculos muy profundos que ha llevado a la población al oponerse a dejar el territorio, pese a los intentos de la empresa privada SQM por cerrar el campamento y dejar allí en funcionamiento sólo la planta de extracción.

3. LOS MONUMENTOS DEL BARRIO CÍVICO Y LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MIXTOS

Los edificios institucionales de la ciudad, se encuentran ubicados entorno a la Plaza de Armas, en el punto donde convergen las avenidas principales, siendo desde un inicio, los referentes verticales en el vasto espacio horizontal de la pampa, tanto por sus dimensiones, altura, posición estratégica, como por encontrarse aislados en todas sus caras, y por ende con suficiente perspectiva y amplitud para ser observados. Todo el conjunto posee una gran unidad estilística y simbólica para la ciudad, lo que llevó a su declaratoria como un único Monumento Histórico denominado “Edificios del barrio cívico de las salitreras de María Elena” (3).

Dichos Monumentos poseen además de los valores históricos asociados a la representatividad de una época de la Historia de Chile, el gran valor de ser fruto de la fusión entre dos culturas constructivas: la norteamericana, manifestada en la arquitectura industrial de gran escala, y la local, presente en la utilización del adobe, así, todos los Monumentos que conforman el barrio cívico comparten el estar construidos en sistemas mixtos que representan dicha fusión.

Los edificios fueron concebidos como grandes galpones de estructura metálica o madera (compuestos por pilares y cerchas) que salvan grandes luces en ambos sentidos, con una técnica y lenguaje propios de la arquitectura industrial que se usaba en Estados unidos y Europa en los años ’20; dichas estructuras se encuentran recubiertas o “ahogadas” dentro de muros de adobe en dobles hiladas, por ende con

espesores entorno a los 60 centímetros que esconden completamente las estructuras mencionadas; como elemento mediador, se presentan escalerillas metálicas de malla desplegada, puestas sistemáticamente cada tres hileras de adobe, que de este modo segmentan los muros en su altura, disminuyendo los posibles momentos volcantes y mejorando las tracciones frente a esfuerzos horizontales (ver Fig. 3). Todo este conjunto de decisiones fueron pensadas en la gestación de las obras, según lo demuestran los planos y especificaciones técnicas originales, y constituyen un sistema antisísmico altamente eficiente que ha permitido a los edificios responder exitosamente, manteniéndose en pie a pesar de los grandes sismos que han debido soportar desde su construcción a fines de los años 20'; sin embargo cabe destacar que debido a la falta de información y a la apariencia de los edificios, éstos se encontraban catalogados como de "adobe simple" hasta el momento en el que se llamó a la restauración de ellos luego del sismo del 2007; fue sólo hasta la prospección de los mismos y a la recopilación de información histórica que se descubrió las estructuras embebidas, lo que constituyó un "hallazgo" constructivo-tecnológico-patrimonial.

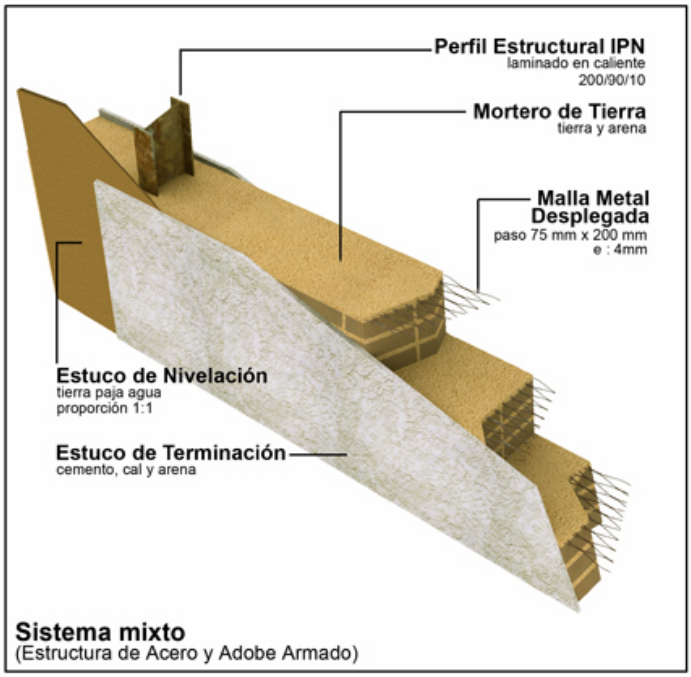


Fig. 3- Detalle sistema constructivo mixto adobe-metal. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

En el costado norte de la plaza se ubican los edificios correspondientes al Banco del Estado y el Inchinor (primer Instituto Chileno Norteamericano de Chile), también conocido como Ex Baños Públicos por el segundo uso que albergó, y en el nor-oriente, la Iglesia San Rafael Arcángel, todos inmuebles construidos en sistemas mixtos adobe-madera (pilares embebidos) y mallas metálicas.
En el lado oriente se encuentra la ex Escuela de la ciudad, llamada Escuela Consolidada, sin duda el edificio más emblemático por su escala, estilo, y por ocupar un entero frente (ver Fig. 4); ella se encuentra construida en sistema mixto adobe-hierro (en pilares y cerchas) y mallas metálicas.



Fig. 4- La ex Escuela Consolidada, el edificio más emblemático de María Elena. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

En el lado sur, el Museo de la Ciudad, el Sindicato de trabajadores -ambos construidos en sistema mixto adobe-hierro- y el Teatro Metro, el único en estilo más bien Art Decó, y construido en una técnica mixta diferente, consistente en estructura metálica, hormigón armado en foyer y escenario, y doble tabiquería de madera revestida con malla desplegada y relleno de cemento y tierra (suelo cemento) en los muros laterales de la sala principal; este sistema representa otro momento constructivo por su data posterior al resto de los edificios (1948).
Por último, en el costado poniente de la plaza, se ubican el Mercado y la Pulpería de la ciudad, ambos edificios de grandes luces, construidos en sistema adobe-estructura metálica; la Pulpería lamentablemente es de todos los edificios, el que más intervenciones presenta, lo que ha debilitado mucho su estructura y por tanto luego del sismo del 2007, se encuentra muy dañado (ver Fig. 5).



Fig. 5- Parte de la Pulpería, donde la caída del tímpano permitió descubrir la presencia de la estructura de hierro embebida en los guesos muros de adobe.
(Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

4. LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

El sismo del 14 de Noviembre del 2007, con epicentro en Tocopilla (Provincia a la cual pertenece María Elena), tuvo una intensidad de 7,7 grados en la escala sismológica de Richter y una duración de 1 minuto 35 segundos; fue percibido en gran parte de Chile, la región sur del Perú y algunos sectores de Bolivia, Argentina y Brasil (Karmelic, 2009, p.138) y tuvo efectos devastadores sobre las construcciones de gran parte del Norte Grande de Chile, donde incluso edificios nuevos construidos en hormigón armado, colapsaron. Las ciudades más afectadas fueron Tocopilla y María Elena, quedando más de 15 mil personas damnificadas y gran parte de las construcciones en el suelo; a raíz de ello, como medida de emergencia, el Consejo de Monumentos Nacionales declaró en enero del 2008 a toda María Elena Monumento Nacional en categoría de Zona Típica (4), con el fin de detener las posibles demoliciones y poder llamar a la restauración de los Monumentos, los cuales, cabe destacar, sufrieron graves daños, pero no colapsaron. A partir de dicha iniciativa se llamó a la realización de los proyectos de restauración de los Monumentos del barrio cívico, tarea que fue adjudicada a la consultora chilena Sur Tierra Arquitectura (5), dada su experiencia en restauración y estabilización sismo-resistente en inmuebles construidos con tierra cruda.

Los llamados a proyectos se dividieron en dos:

- Proyectos de restauración de los edificios Ex Escuela Consolidada, Iglesia San Rafael Arcángel, edificio Inchinor y Teatro Metro, encargado por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas regional de Antofagasta, con el fin de reparar, estabilizar estructuralmente y habilitar los inmuebles mencionados.
- Proyecto de “Diseño de apuntalamiento de emergencia” de los edificios Mercado y ex Pulpería, encargado por el Consejo de Monumentos Nacionales, como una medida de emergencia que permitiera seguir utilizando lo que es el núcleo comercial del barrio cívico; el proyecto contempló un diagnóstico estructural y un sistema de estabilización que evitara el colapso total o parcial de los edificios, disminuyendo el riesgo para la población, en espera de un futuro proyecto de restauración.

Dentro del proyecto de restauración, los 4 edificios requerían distintos niveles de intervención dependiendo su estado de conservación y uso. Así, el proyecto de restauración para la iglesia San Rafael Arcángel y el Teatro Metro, apuntó básicamente a la consolidación estructural y a la realización de intervenciones arquitectónicas puntuales (como la construcción de un nuevo altar y escenario respectivamente), pues ambos edificios se encontraban en general en buen estado de conservación (presentan daños puntuales) y mantenían su uso original.
En el caso del edificio Inchinor y la Ex Escuela Consolidada, las intervenciones fueron mayores, debido a la envergadura de sus daños estructurales y a que ambos se encontraban en desuso y en espera de albergar una nueva función. Para ambos, se contempló como primera medida la consolidación estructural, operaciones de restauración tales como liberaciones e integraciones y la asignación de un nuevo programa arquitectónico: para Inchinor, se proyectó la habilitación de una Biblioteca Pública, y para la Ex Escuela, un Museo de María Elena, que albergara la muestra total del actual Museo de la comuna, además de las oficinas de Cultura y Turismo de la Municipalidad y otras asociaciones deportivas y culturales de la comuna; dichos usos fueron elegidos por la Ilustre Municipalidad de María Elena.

En el caso del Mercado de María Elena y la ex Pulpería, los proyectos se basaron en el diagnóstico exhaustivo de los daños de origen sísmico y en soluciones puntuales para ellos que pudieran ser reversibles hasta el momento de la restauración integral. El Mercado conserva su arquitectura original y prácticamente no ha sufrido

modificaciones por lo que se encuentra en buen estado de conservación, a pesar de los eventos sísmicos. El caso de la ex Pulpería en cambio, es distinto, ya que ha sufrido muchas intervenciones en el tiempo, en sistemas estructurales distintos, no siempre compatibles con la obra original, por lo que se encuentra severamente dañado; ambos edificios se encuentran en uso y constituyen el corazón comercial de María Elena.

Todos los proyectos partieron con la visita a terreno de la consultora y la prospección de los daños, a raíz de la cual se descubrieron los sistemas constructivos mixtos antes descritos; en dicha visita se constató que se presentaban muy pocos vaciamientos o desaplomes y que en los casos donde existían, habían sido provocados por asentamientos diferenciales debidos a la pérdida de estabilidad del suelo por la disolución de las sales presentes en la tierra, causa de la mala mantención de las redes de agua y alcantarillado que ocasionaban filtraciones, siendo éste un factor externo que produjo que los edificios concentraran sus mayores daños entorno a las zonas húmedas y no una causa intrínseca atribuida al sistema constructivo; en las partes donde no se presentaban filtraciones en cambio, los daños fueron menores, y consistían principalmente en grietas en los encuentros de muros, y entre éstos y la estructura de pilares metálicos, lo que luego de las prospecciones demostró deberse a falta de continuidades producto de que las escalerillas metálicas presentes cada tres hiladas de adobe, no se encontraban amarradas entre ellas en las esquinas, ni tampoco a las estructuras metálicas o de madera.
Debido a la importancia de tales indagaciones, es que la parte inicial de los proyectos estuvo destinada a la comprensión y levantamiento tecnológico de cada una de las partes constructivas de los edificios, con el fin de proponer soluciones compatibles con dichos sistemas, estableciendo como principales criterios de intervención el aislar las zonas húmedas y el dar continuidad estructural a los edificios; estos criterios fueron utilizados para los 6 Monumentos ya que todos presentaban las mismas características iniciales; las medidas adoptadas fueron:

- Creación de una franja perimetral de suelo estabilizado entorno a los edificios, para reemplazar el suelo salino y alejar el agua.
- Creación de amarre entre los distintos componentes a través de la incorporación de mallas electrosoldada tipo Acma, ubicadas de manera vertical en los encuentros de muros perpendiculares (generando trabazones entre ambos elementos) y en zonas propensas a vaciamientos. Dichas mallas fueron amarradas a las escalerillas metálicas existentes.
- Creación de un collar superior de amarre sobre todo el edificio para otorgar continuidad estructural.

En el caso del Mercado y la Pulpería, las labores de “amarre” estructural se remitieron a la zona de los daños a través de la incorporación de “parches” confeccionados con mallas metálicas verticales (paralelas al paramento) que iban amarradas a las escalerillas metálicas existentes a través de nudos hechos con alambre, que permitieran la reversibilidad de la intervención (ver Fig. 6).

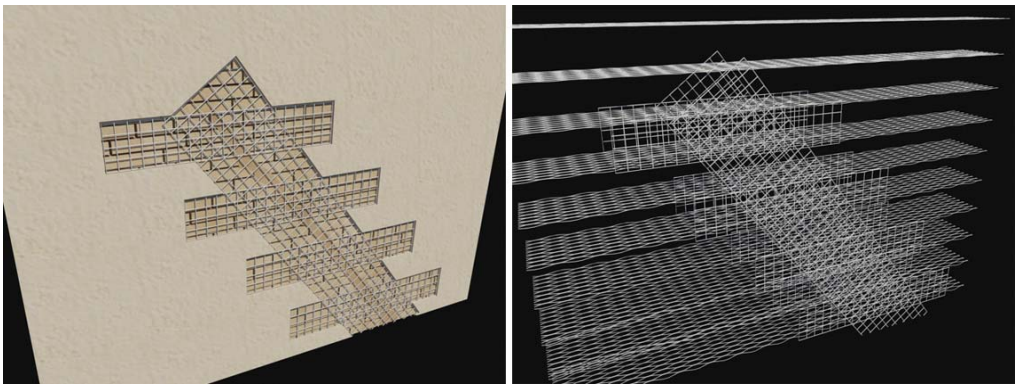


Fig. 6- Detalle de los “parches” de malla Acma y su amarre a las escalerillas de malla metálica desplegada existente, como estrategia de consolidación. (Créditos: Surtierra Arquitectura, 2008)

Se puede decir en resumen que los 6 proyectos tuvieron como principio la “máxima comprensión para una mínima intervención”, en tanto que el estudio profundo de los sistemas constructivos de los edificios y su eficiencia demostrada permitió crear soluciones puntuales, proponiendo modelos de consolidación estructural “colaborantes” a lo ya existente.

5. ALCANCES Y RELEVANCIA INTERNACIONAL DE LOS PROYECTOS

La relevancia de María Elena como ejemplo de intervención patrimonial, trasciende a los proyectos de restauración antes descritos y amerita el continuar la investigación sobre el comportamiento de los sistemas constructivos mixtos que conforman los edificios, los cuales pueden tomarse como ejemplo para futuras propuestas de intervención del patrimonio construido en tierra en zonas sísmicas.

Según el Inventario del Patrimonio Cultural Inmueble en Chile, entorno al 40% del patrimonio arquitectónico se encuentra construido en tierra cruda (Karmelic, 2009, p.213), del cual gran parte se encuentra en estado vulnerable; a nivel mundial, existen aproximadamente unos 70 Monumentos de la Lista de Patrimonio Mundial construidos en tierra, de los cuales, el 57% de los mismos ha sido catalogado como parte de la Lista de Patrimonio Mundial en peligro por su actual estado de deterioro. Teniendo en cuenta estas cifras y el hecho de que todos los Monumentos de María Elena se encuentren hoy en pie, se hace necesaria la profundización de la investigación como un posible modelo de construcciones sismo-resistentes construidas con tierra cruda a estudiar, a la vez que una ocasión para la discusión sobre las escazas normativas vigentes a nivel nacional e internacional sobre el uso de la tierra cruda en la edificación.

Bibliografía

Consejo de Monumentos Nacionales (1999). *Edificios que conforman el barrio cívico de la oficina salitrera María Elena*. Santiago (Chile): Ficha del Monumento del Consejo de Monumentos Nacionales. Disponible en www.monumentos.cl. (Consultada: 15/01/2008).

Conti, V. (2006). La ruta de los arrieros y el salitre. *Las rutas del Capricornio Andino. Huellas milenarias de Antofagasta, San Pedro de Atacama, Jujuy y Salta*. Santiago (Chile): Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, pp 95-103.

Dirección de Arquitectura Ministerio de Obras Públicas (2008). *Programa Puesta en Valor del Patrimonio*. Disponible en http://www.arquitecturamop.cl/portada/0905 (Consultada: 15/03/2009)

Garcés, E. (1999). *Las ciudades del salitre*. Santiago (Chile): Editorial Orígenes.

Karmelic, L. (2009). *Estudio descriptivo de los inmuebles patrimoniales construidos en tierra cruda que forman parte del Inventario de Patrimonio Cultural Inmueble de Chile*. Santiago (Chile): proyecto de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, 2° Versión Doctorado Arquitectura y Patrimonio Cultural – Ambiental Universidad De Sevilla y Universidad Central.

Surtierra Arquitectura (2008). *Estudio de la situación original y actual de 4 Monumentos Históricos del Centro Cívico de María Elena*. Antofagasta (Chile): Documentos de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Velasco, H. (2008). *Estudio antropológico María Elena y edificios Monumentos Históricos.* Antofagasta (Chile): Documentos de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Notas

(1) La presentación preliminar de los proyectos de restauración de los Monumentos de María Elena, fue presentada en el VIII Siacot de Tucumán por el arquitecto Marcelo Cortés. El equipo que desarrolló dichos proyectos fueron los arquitectos Patricio Arias, Pablo Alvear, Francisca Gómez, Sergio Briceño y la autora, todos miembros de la consultora Surtierra.

(2) El caliche es una masa compuesta de nitrato de sodio mezclado con otras sales como cloruros y sulfatos y otras substancias terrosas.

(3) Los edificios que se incluyen en la declaratoria “Edificios que conforman el barrio cívico de la oficina salitrera María Elena” con decreto 400 del 22/11/1999 son: la Ex Escuela Consolidada, la Ex Pulpería, Mercado, Teatro Metro, Iglesia San Rafael Arcángel, Sindicato N° 3, Ex Baños Públicos (Inchinor), Banco del Estado, Asociación Social y Deportiva.

(4) En Chile los Monumentos Nacionales son protegidos a través de la Ley 17.288, siendo el Consejo de Monumentos Nacionales el organismo responsable de pronunciarse sobre la conveniencia de declarar dicha nominación y solicitar a la autoridad competente -el Ministro de Educación- la dictación del decreto supremo de protección. Existen 5 categorías de Monumentos Nacionales: Monumento Histórico, Monumento Público, Monumento Arqueológico, Zona Típica, Santuario de la Naturaleza.

(5) La consultora chilena Surtierra Arquitectura, compuesta por los socios arquitectos Marcelo Cortés y Patricio Arias, desarrolla proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra.

Curriculum:

Natalia Jorquera Silva: Arquitecta Universidad de Chile 2005; colaboradora externa de la consultora chilena Surtierra Arquitectura; candidata a Doctor en la Universidad de Florencia, Italia, donde realiza proyectos de investigación en el ámbito del patrimonio vernacular y de las culturas constructivas locales.

AFTER THE FLOOD: DEVASTATION OF THE TRADITIONAL EARTHEN ARCHITECTURAL LANDSCAPE IN THE HADHRAMAUT VALLEY OF YEMEN; CAN MUDBRICK BUILDINGS BE MADE MORE RESISTANT TO CLIMATE CHANGE?

Pamela Jerome, AIA, LEED AP
Vice President, ICOMOS ISCEAH (International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage)
Officer, ICOMOS Scientific Council
US/ICOMOS liaison to APT (Association for Preservation Technology International) Board
Adjunct Associate Professor, Columbia University Graduate School of Architecture, Planning and Preservation
Partner, WASA/Studio A, Architects and Engineers
426 East 9th Street #2B, New York, NY 10009 USA
Tel: +1-646-331-6448
Email: pamela.jerome@gmail.com

Theme 2: Heritage and Conservation
Key Words: Climate change, flash flood, earthen architecture, cultural landscape, Hadhramaut Valley, Wadi Do'an, Yemen

Abstract: On 23-24 October 2008, the Hadhramaut province of Yemen experienced a devastating flash flood resulting from 50 cm of torrential rain in a 40-hour period in a location that normally receives 7.5 cm per year. With a loss of 5,000 earthen buildings, the 100-year flood was unusual because the rain occurred over the entire region, potentially indicative of future catastrophic events resulting from climate change.

The Hadhramaut Valley and its tributary wadis are well known for their spectacular ensembles of mudbrick tower houses, representing one of the last regions of the traditional Arabian oasis. The author, on behalf of Yemen's Social Fund for Development, UNESCO's World Heritage Centre and the Netherlands' Prince Claus Fund, visited the province to evaluate the damage in December 2008-January 2009. Most of the buildings lost were of more recent construction. By comparison, older buildings fared better, and particularly those found in the tributary valley, Wadi Do'an.

Some interesting observations will be discussed about the vulnerability of newer Hadhrami construction, which appears to have been partly due to the quality in construction. Although Yemeni mudbrick architecture is extraordinarily sophisticated, changes in methods of payment for contracting, as well as indifference to construction rules of thumb in flash flood zones, have taken their toll on the quality of new construction. Can lessons be learned from older buildings that survived? If flash floods become more frequent in the Hadhramaut Valley as a result of climate change, how can traditional mudbrick buildings be made more resistant? Can these ideas be incorporated into the new settlements that the local provincial government plans to build to replace those destroyed?

1. INTRODUCTION

On 23-24 October 2008, 40 hours of a torrential rain and resulting flash floods devastated the Hadhramaut province of Yemen. The Hadhramaut region is located in the former People's Democratic of Yemen (South Yemen), and the area that was most affected was the Wadi Hadhramaut and its tributary valleys. Part of a vast watershed system in southern Arabia consisting of valleys that are dry river beds (wadis) in between flat mesas, the area typically experiences two rainy seasons per year as a result of cyclical monsoon weather affecting the Indian Ocean during the spring and fall. These sometimes cause flash floods, although more typically, the average amount of rainfall per year is only 7.5 cm. However, what made the event of 23-24 October 2008 unusual was duration (40 hours), amount (50 cm), the fact that it

rained simultaneously throughout the main wadi and its tributary valleys, and number of buildings lost (estimates vary between 3,000 and 5,000), with entire villages wiped out. The event was considered a 100-year flood.

The Hadhramaut Valley is well known for its sophisticated mudbrick construction of tower houses. Clustered on the escarpments of the 300-meter high limestone and sandstone cliffs, this building typology developed to fulfill defensive requirements from tribal warfare in the past, the desire to keep the fertile valley floor free for cultivation, and the need to protect against occasional flash floods (Jerome et al., 1999, p. 40). The walled city of Shibam, the World Heritage Site in the region often referred to as the Manhattan of the Hadhramaut, exemplifies the typology of tower houses although not along the escarpment – it rises above the valley floor on an ancient tell (Fig. 1).



Fig. 1 – The walled city Shibam was inscribed on the World Heritage list in 1982. Although mentioned in the Bible, the town, in its present configuration with ten-story mudbrick tower houses, dates to 1533. (credits: Pamela Jerome, 2006)

Other main towns in the valley include Seyoun, the regional capital dominated by the imposing citadel-like Kathiri sultan's palace; Tarim, the spiritual center famous for its 50-meter high mudbrick minaret, palatial mansions, manuscript library, and Safa'i schools of jurisprudence; and, to a lesser degree, al-Qatn, once the inland commercial capital of the Kuwa'iti sultan. Wadi Do'an, a tributary valley, is one of the most intact examples of a traditional Arabian oasis cultural landscape.

1.1 Construction technology

The vernacular construction technology consists of load-bearing mudbrick on rubble-stone foundations, finished with mud and/or lime plaster. Quartered date palms or a local hardwood (*'ilb*) serves as beams to support mud floors and roofs. Columns at

the ground floor are often lime-plastered stone, but at upper floors they are decoratively carved local hardwood or, sometimes, Malaysian hardwood.

This system of construction is perfectly suited for the local climate and geographic location. Temperatures regularly rise to 50 degrees Celsius during the summer, and nighttime temperatures in the winter can go down to 5 degrees Celsius during a cold spell. With an inadequate supply of electricity, the Hadhramaut cannot afford to provide ample power for air conditioning or heating. Hadhrami mudbrick buildings require neither, as the interior environment remains perfectly tolerable in all of the extreme variations of external temperatures.

The author has traveled to the Hadhramaut on a more-or-less annual basis since 1997 to research and document traditional mudbrick construction. Under the auspices of the American Institute for Yemeni Studies, she is currently a cultural heritage consultant for the Hadhramut region to the Social Fund for Development (SFD), a local QUANGO that includes funding of cultural heritage projects in its mandate. Over approximately a month from December 2008 through January 2009, at the behest of the SFD, UNESCO's World Heritage Centre (WHC), and the Prince Claus Fund of the Netherlands, she evaluated damage caused by the flash flood of 23-24 October 2008.

1.2 Global climate change (GCC)

In addition, the assessment was particularly relevant because in her position as an officer of ICOMOS's Scientific Council, the author's role is to lead the interdisciplinary research program on global climate change (GCC) and its effects on cultural heritage. Although acknowledged to be a 100-year flood, with GCC credited as the cause of more frequent and intense storms, it is unlikely that this event will turn out to be unique or even unusual, but potentially, a harbinger of weather patterns to be expected in the future. According to NASA satellite data between 2003-08, 2 trillion tons of land ice have melted from Greenland, Antarctica and Alaska. With the 2008 Arctic fall temperatures 4 degrees Celsius warmer (Omestad, 2008), the "Arctic amplification effect" has increased exponentially outpacing current GCC computer models, as black-water surfaces absorb more heat and accelerate Arctic melting. Warmer temperatures lead to warmer waters, which not only expand in volume but are also linked to the increase in frequency and intensity of storms.

2. CHANGES IN CONSTRUCTION METHODOLOGY

Obviously, mudbrick construction cannot be expected to withstand a massive flash flood. Yet, the author observed patterns that were consistent with the collapse of mostly newer structures, whereas older buildings remained standing. The author reviewed flood damage in the main wadi as well as in tributary valleys, including Wadi Do'an and Wadi Sa. Surprisingly, very little damage occurred in the Wadi Do'an, despite the steepness of the escarpments and narrowness of the valley. However, after seeing so many newer houses devastated by the flash flood, it begged the question, why newer houses and not older ones? In addition, why did the buildings in Wadi Do'an survive so much better than the ones in Wadi Hadhramaut? It is the author's intimate understanding of Hadhramaut's traditional construction technology that permitted a comparison based on an accumulative knowledge gathered from evaluations of structures and interviews with master masons over more than a decade.

2.1 Location

It seems that a type of collective "amnesia" has occurred about the path of floodwaters. While it is true that flash floods meander and can be unpredictable, and that typically, torrential rain is not experienced in all tributaries simultaneously as was

the case during the 23-24 October 2008 flash flood; however, there are known areas of the flood plain to be avoided, and despite this, construction occurred (Fig. 2).

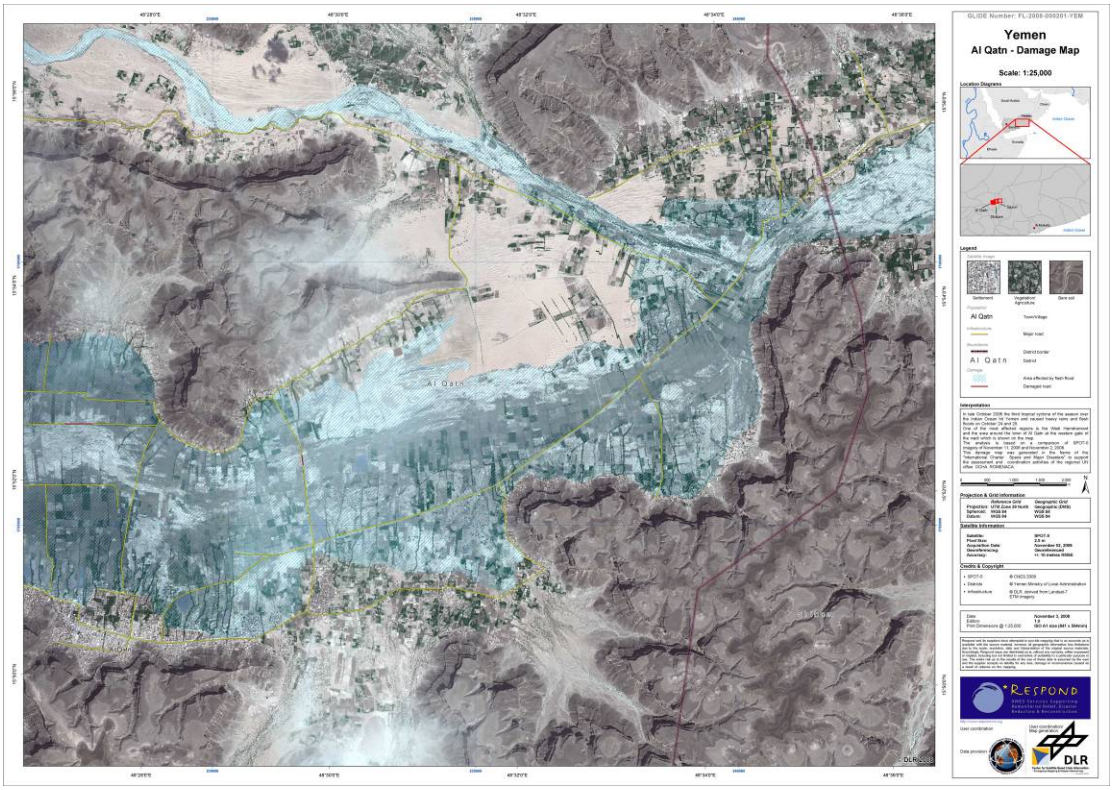


Fig. 2 – Satellite image of the Wadi Hadhramaut in the vicinity of al-Qatn, where over 700 buildings were lost. (credits: DLR, 2008)

2.2 Foundations

Many of the damaged newer houses had inadequate or no foundations. Foundations, traditionally of stone, require 2 m below grade as well as about 1 m of exposed stonework above grade (Jerome et al., 1999, p. 42). Judging from examples in Wadi Do'an, where the valley is narrower and the escarpments steeper, the above-grade height is over 1.50 meter (Fig. 3). Steep narrow streets also act as spillways during flash floods, with dry-stonework serving both to retain the hillside and to break the force of the cascading water.

In addition, Wadi Do'an's traditional use of dry rubble stone is particularly helpful as it precludes rising damp, which happens through capillarity. While this does not seem to have been the tradition in the Wadi Hadhramaut where the hydraulic mortar, *ramad*, was used in the past prior to the introduction of cement, at least *ramad* – a mixture of lime putty, ash and sand – did not introduce soluble salts into the mud superstructure. By contrast, cement contains soluble salts deleterious to mud construction. Cement mortar now commonly used in foundations, or even concrete foundations, promote the migration of soluble salts from the cement into the mudbrick superstructure with disastrous results.



Fig. 3 – Dry rubble-stone foundations in the Wadi Do'an can be over 1.50 m in height, and in this case, closer to 1.80 m. Pictured here is a tower house in the notable village of Budha located in the right branch of the Wadi Do'an. (credits: Pamela Jerome, 2008)

2.3 Use of concrete foundations and concrete construction

Many of the damaged mud buildings were adjacent to concrete construction (Fig. 4). The concrete construction acted as barricades, and so the floodwaters found a new path. The turbulence created by concrete in the path of floodwaters and its rebounding effect pushed the flood towards more vulnerable buildings.



Fig. 4 – Recent incursions of concrete construction into traditional villages caused damage to surrounding mudbrick structures during the flood through turbulence and rebound effect. This example is in al-Jihad to the east of Tarim. (credits: Pamela Jerome, 2008)

2.4 Quality of mud

Experienced Hadhrami master masons say that the best quality soil (*zibl*) is excavated from a depth of one meter. The topsoil is considered poor in quality because it contains salts from agricultural fertilizers. In Wadi Do'an, master masons collect the mud (*tin*) from around the date palms after the floods (Jerome et al., 1999, p. 41). With the building boom of the last 10 to 15 years, is care still taken to collect soil for mudbricks of the proper quality?

2.5 Quality and quantity of straw

Chopped straw (*tibl*) is a necessary ingredient of mudbricks. It acts as fibrous reinforcement and controls shrinkage cracks as the mudbricks dry (Hughes, 1983, p. 178-79, 186). In Wadi Do'an, dung may also be added as a binder. Local straw is considered to be of superior quality and more expensive than straw imported from elsewhere in the Middle East. What is the quality of the straw being used? Is the correct quantity being used?

2.6 Water-to-mud ratio

Water is also an important ingredient, but how much water is too much? For instance, too much water weakens cement, and cement-to-water ratios are closely controlled for this reason. There appears to be a similar situation with clay, the "cementing" component of soil. Reviewing past documentation from a commercial mudbrick yard in Seyoun, the mud mix is the consistency of pea soup (Fig. 5). The result is mudbricks that are brittle and break with little exertion from the hand. By comparison, in Wadi Do'an, the mud mix is stiffer and the bricks thicker and stronger (Fig. 6).



Fig. 5 – The quality of mudbricks is affected by the amount of water and straw, as well as the type of soil. In this commercial yard in Seyoun, brittle mudbricks result from a pea-soup consistency mud mix. (credits: Pamela Jerome, 1997)



Fig. 6 – In Khoreibah, deep within Wadi Do'an, the mix for mudbricks is stiffer resulting in better quality. (credits: Pamela Jerome, 1997)

2.7 Mudbrick construction

Experienced master masons indicate that mud mortar joints should be thinner than the mudbricks, but in newer Hadhrami construction, the joints are frequently the same width as the mudbricks themselves (Jerome et al., 1999, p. 42). This does not

seem to be the case in the Wadi Do'an. In addition, the mud mortar mix itself must be of a certain quality, well mixed and reinforced with wild grass (*sahadhar*). And the mudbricks are supposed to be stacked in a running bond, with headers or soldiers connecting the width of the wall and strengthening its construction. Now walls are built a single mudbrick wide and there is nothing connecting the inboard and outboard elevations of the walls.

Finally, mudbrick construction in the Hadhramaut is only meant to be carried out during the winter months, when the weather is cool enough to not cause shrinkage cracks. Additionally, no more than one story should be built per year, giving buildings the time to settle prior to being loaded with an additional floor (Jerome et al., 1999, p. 42). Is this still the case with new construction?

2.8 Quality of mud plaster

Mud plaster (*mahadha*) is the first line of defense for mudbricks, which are the load-bearing structure. Mud plaster acts as a sacrificial coating; when the mudbricks begin to show, it is time to re-plaster. Experienced mud masons say that mud plaster should be mixed with finely chopped straw and allowed to rest for three days prior to use. Now, mud plaster is mixed with less straw and applied after a half hour. In addition, the fresh mud plaster is troweled on in a thick layer, as opposed to three layers (scratch coat, brown coat, finish coat). As a result, it washes off with the first rain instead of lasting ten years.

2.9 Method of bidding construction projects

In the past, construction crews were paid by the day. Now, they are paid by the project. This results in rushed and poor quality construction.

3.0 CONCLUSION

It is the author's opinion that training led by experienced master masons should be organized to raise the quality of construction in the Wadi Hadhramaut. In addition, payment for construction needs to return to day wages as opposed to lump sum bids.

Camel shrub (*sesabana*), an invasive species that is pervasive in the Wadi, has taken over the flood channels. In the past, these were cleaned annually – camels were used to do this. Now the flood channels have been allowed to silt up and to become overgrown with vegetation, so there is nowhere for the flood to go; therefore, the floodwaters carve a new path. This tradition needs to be reinstated.

Throughout the Wadi Hadhramaut and its tributaries, there is a traditional system of flood management. The 100-year flood seriously damaged this system. It is estimated that $150 million is required to repair the entire catchment system. The World Bank is currently considering this issue.

Obviously, avoiding the flood plain for new construction is a priority, but returning to traditional know-how will also help. The fact that new construction is built without proper foundations, using lesser quality bricks, and with poorly braced walls can be rectified through better quality control and information dissemination to prospective homeowners. Traditional Hadhrami town planning also takes into consideration flood paths and manages floodwaters. These lessons can easily be incorporated into the new settlements that the provincial government intends to build in order to house those who lost their homes.

Unfortunately, when the author met with the Vice Governor's engineers who are designing the new towns, this was not the case. The town plans show regular blocks near the escarpments without any regard to flood patterns. Each family is scheduled

to receive a plot of land that measures 25 x 25 or 1,200 square meters. From drawings, the plots are walled-in compounds with a single-story 200-square-meter house of mudbrick on stone foundations. Houses on steep slopes will be provided with concrete foundations. The houses, although constructed of traditional mudbrick, are designed with square windows set high off the floor. None of the layouts of the several house types as currently designed include storage areas or a room for livestock.

Walled compounds are typical of western-style Saudi suburban construction. Yemeni villages tend to be tightly constructed with tall houses on small plots of land. This provides much needed shade in the streets, and also cultivates social interaction. Walled compounds enclosing large lots are both costly and isolate society. Typical Hadhrami houses have windows that are rectangular and are set just above the finished floor surface. This is because very little furnishings are used – instead carpets, cushions and pillows are the furniture and every room can potentially serve more than one function (Jerome et al., 1999, p. 43). Small square windows high above the rectangular windows are common. These allow light in the rooms, as shutters and curtains tend to be drawn so that the women of the house can go about freely without being seen. Since the villages that were wiped out are agricultural in nature, the need for a storeroom and a room for livestock are paramount.

If concrete foundations are going to be used, then the concrete needs to be isolated from the mud foundation fill and the mudbrick superstructure. This can be accomplished by application of a bitumen coating or installation of a plastic sheet. These foundations could also be lime plastered for aesthetics, thus concealing the fact that they are concrete.

However, it is the author's opinion that a central authority should be established to coordinate the reconstruction efforts. Civil engineers experienced with flood risk, urban planners and architects familiar with local lifestyles and traditional construction need to be employed to design the replacement towns. An international meeting of such experts could open a dialogue with Yemeni administrators and technical professionals to put forth a vision that is appropriate to the Hadhramaut. Without careful evaluation of the local vernacular, the potential of the new towns having a negative impact on the cultural landscape is enormous.

Bibliography

Hughes, R. (1983). Material and structural behavior of soil constructed walls. *Monumentum*. No. 26, September 1983.

Jerome, P., Borelli, C. and Chiari, G. (1999). The architecture of mud: construction and repair technology in the Hadhramaut region of Yemen. *APT Bulletin*. Vol. 30, No. 2-3.

Omestad, T. (December 16, 2008). Arctic ice melting at alarming pace as temperatures rise. *U.S. News & World Report*. Available at: http://www.usnews.com/articles/news/world/2008/12/16/arctic-ice-melting-at-alarming-pace-as-temperatures-rise.html (Accessed 7/9/2009)

Curriculum:

Pamela Jerome, AIA, LEED AP is a registered architect and partner with WASA/Studio A, a New York City architecture and engineering firm. She is an Adjunct Associate Professor at Columbia University's Graduate School of Architecture, Planning and Preservation. Ms. Jerome is vice president of ICOMOS ISCEAH, and an officer of ICOMOS's Scientific Council.

She is US/ICOMOS's liaison to the APT board. She has consulted on cultural property conservation in the US, Mediterranean, Black Sea and Middle East.

SISTEMAS DE REPARACIÓN EN FÁBRICAS HISTÓRICAS DE TAPIAL

Jacinto Canivell[1], Paul Jaquin[2], Charles Augarde[3], Christopher Gerrard[4]
[1]EUAT / Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. Av. Reina Mercedes s/n. 41012. Sevilla. España. *E-mail:* jacanivell@us.es
[2]Ramboll UK. St Andrew Square, Edinburgh, UK. E-mail: *paul.jaquin@ramboll.com*
[3]School of Engineering, University of Durham. South Road, Durham DH1 3LE, UK
E-mail: charles.augarde@dur.ac.uk
[4]Department of Archaeology, University of Durham. South Road, Durham DH1 3LE, UK
E-mail: c.m.gerrard@dur.ac.uk

Tema 2: Patrimonio y Conservación.
Palabras Clave: Patologías, técnicas de reparación, tapia.

Resumen
El desconocimiento de la tapia como sistema constructivo ha derivado en reparaciones inapropiadas que han terminado empeorando aun más su estado de conservación. Por ello un estudio más científico específico de su materialidad y evolución aportará soluciones técnicas más viables y adaptadas. El objetivo es clasificar los diferentes métodos de conservación en función de las lesiones con la finalidad de crear una herramienta útil de trabajo que sirva de apoyo para los técnicos que afronten estos tipos de intervenciones. Al mismo tiempo quiere servir de revisión crítica de algún tipo de reparaciones que se han demostrado no adecuadas e insistir en que el mantenimiento es un aspecto clave a tener en cuenta en la planificación de este tipo de fábrica, dada su especial debilidad ante la acción erosiva ambiental. La clasificación de sistemas de reparación obedece directamente a la tipología de lesiones y patologías que puede aparecer en la tapia.

Artículo

Antes de iniciar la reparación de la tapia, es necesario realizar una serie de tareas previas que preparen el objeto para una el objeto para una correcta restauración. Nos referimos a tareas de documentación y análisis acompañados de una limpieza inicial que encauzan el camino para el correcto uso de las técnicas de reparación más adecuadas en cada caso.

Existe una gran variedad de métodos de intervención aplicados a los casos de tapiales, algunos con mayor acierto que otros. Los primeros se fueron empleando, sin mucha base científica, aplicando sistemas propios de intervención de otras tipologías constructivas, que a la postre se demostraron incompatibles. Las experiencias negativas sirvieron para reformular las técnicas más adecuadas y por esta razón se refieren en el texto. A continuación se presenta un catálogo de las actuaciones que han sido aplicadas para una intervención sobre una fábrica de tapia.

1. INTERVENCIONES PARA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Una fábrica de cualquier tipo puede entrar en un estado de inestabilidad debido a diversos factores: acción sísmica, empujes horizontales de los paños de cubierta o de otros forjados o pandeo por una compresión excesiva, provocando vuelcos y apariciones de grietas o aplastamientos de la fábrica. Ante esta casuística se proponen las siguientes medidas.

1.1. Apeos, atados y contrafuertes

Como medida urgente y provisional en la mayor parte de los casos se debe proceder a la colocación de estructuras auxiliares que frenen el deterioro de la fábrica así como su posible colapso. Se trata de apoyos que sirven para transmitir y canalizar adecuadamente las fuerzas y pesos de una estructura. Se deben mantener hasta que

se ejecute la solución definitiva de reparación, cuidando que la cohesión de la tapia sea suficiente para soportar las cargas puntuales de los apeos.

Cuando una estructura sufre un proceso de desestabilización por causas estructurales o por fallos a nivel de cimentación, podemos aplicar un atado de los elementos por medio de prótesis estructurales, generalmente metálicas. Consiste básicamente en la colocación de unos arneses que atan los paramentos dañados de la tapia, ya sea por medio de tirantes metálicos y placas de descarga o bien mediante el cosido de las esquinas afectadas (Pearson, 1997).

El contrafuerte fue un elemento muy usado antiguamente para evitar vuelcos de muros ya que no requería más materiales adicionales que los que se había usado para la ejecución del muro. Consiste en la ejecución de pequeños muros transversales al dañado que modifica el conjunto de resultante de fuerzas consiguiendo estabilizar el sistema. Los contrafuertes se pueden realizar con tapia o con cualquier otro material disponible. Véase por ejemplo el caso de la Muralla de San Juan de Aznalfarache (Sevilla), donde algunos tramos se reforzaron con contrafuertes de mampostería de piedra.

1.2. Reparaciones en la cimentación

Uno de los grandes problemas de las edificaciones realizadas con tapia y otras fábricas históricas es que pueden carecer de cimentación adecuada. Los muros arrancaban directamente de una zanja practicada en el terreno, con la misma masa y composición o con alguna mejora realizada con piedras y argamasa. Atendiendo al objeto de la intervención nos podemos encontrar con dos situaciones.

Cuando el suelo ha perdido alguna de sus propiedades existen varias alternativas para mejorar su situación. Si la causa ha sido el agua, el uso de drenes evita el acceso del agua a las proximidades de la edificación. Cuando la situación del suelo se ha deteriorado mucho habría que recurrir a mejoras del terreno.

Si el problema se centra en la propia cimentación se puede optar por un recalce, de la misma forma que se puede proceder para otros tipos de fábricas. Consiste en descalzar las zonas afectadas en pequeños tramos, ejecutando un apoyo provisional, para seguidamente actuar sobre el propio muro, consolidando o ampliando la cimentación existente.

2. REPARACIÓN DE LESIONES DEBIDAS A LA HUMEDAD.

Ya es de sobra conocida la gran susceptibilidad de estas fábricas ante el agua que debilita las estructuras internas de la tierra. Está demostrado que un aumento del contenido de humedad conlleva una disminución de resistencia y cohesión en las partículas de tierra (Jaquin, 2009) En general un muro de tapia protegido en sus caras suele tener dos accesos principales de agua: el pie y la cabeza del muro.

2.1. Pie del muro.

En primer lugar trataremos las humedades de **capilaridad**. Al ser la tapia un material muy higroscópico, succiona la humedad del suelo por efecto de la capilaridad. Para evitar la ascensión, si la tapia es de nueva construcción, se pueden disponer en la base láminas impermeables (Walter, 2005) que se comporten como barreras físicas. Sin embargo cuando la tapia ha de ser reparada existen barreras físicas que se inyectan por gravedad o por presión dentro de orificios practicados a tal efecto en el paramento a distancias uniformes, colmatan la red de poros y forman una barrera que frena el ascenso. Siempre suele ser mejor optar por una solución reversible, ya que en caso de no funcionar se podría retirar o modificar. Una solución óptima es colocar en el suelo junto al muro una franja de material más permeable que permita un

intercambio de humedad suelo-ambiente más fluido, evitando así que la red de poros de la tapia sea objeto del mencionado intercambio. Para evitar que el agua alcance la base del muro la instalación de un sistema de drenes y pendientes en el terreno puede ayudar junto con la recanalización de las corrientes de agua superficial. Existen soluciones muy sencillas y económicas que consisten en colocar un recrecido de mampostería de piedra a lo largo de la base del muro de forma que el agua que discurra por el paramento no se filtre directamente al terreno junto al muro, ya que la nueva pieza la desvía (Fig.1). Cuando se tratan muros internos o con poca ventilación se pueden usar sistemas de ventilación-desecación en la base del muro (Macías, 2001). Consiste en la disposición de un canal de ventilación con una entrada en una parte baja y una salida más alta, que favorece una corriente de aire que renueva y extrae la humedad de la base del muro.



Fig. 1- Protección mediante recrecido de piedra en la base (crédito: J. Canivell, 2009)

Cuando hablamos de humedades de **filtración**, el agua accede directamente a la masa de la tapia a través de las fisuras y poros del material, ayudado por la acción de la gravedad o del empuje del viento. Las zonas bajas del muro se pueden proteger aumentando el vuelo de los tejados, para evitar el salpicado sobre la superficie. Pero al tratar con muros aislados es claramente imposible llevar a cabo esta tarea. Por lo tanto cualquier acción pasa por mitigar en parte los efectos. Si en lugar de un pavimento duro cerámico o de hormigón, se coloca junto al pie del lienzo una superficie blanda (Walter, 2005), se conseguirían un menor impacto del agua y una mayor permeabilidad en el entorno inmediato.

Si las humedades son de **condensación** habría que buscar fallos en el aislamiento del muro ya sea por exceso o defecto y ventilar generosamente las estancias.

2.2. Cabeza del muro

Las zonas altas de los muros suelen ser las más castigadas por las erosiones, ya que son las más expuestas a la acción de los agentes agresivos: agua, viento o temperatura. Disponemos de varios sistemas para garantizar el buen comportamiento de la tapia.

Tejados y cubiertas. Es el sistema más extendido para la protección, siempre y cuando la tipología edificatoria sea compatible con la colocación de esta estructura. Un buen diseño y conservación de las techumbres garantiza una vida larga a cualquier construcción de tierra.

Cubriciones. Siendo de concepción similar al anterior, nos referimos a estructuras de cubrición que se colocan generalmente sobre restos arqueológicos para garantizar su conservación, ya sea a corto plazo o largo plazo, según sean las estructuras provisionales o permanentes. Al ser elementos añadidos no auténticos tiene un impacto visual que debe ser controlado y equilibrado.

Edificaciones. Como caso más extremo de cubrición un objeto patrimonial puede verse totalmente engullido por otra edificación mayor, que a la vez lo proteja y permita un mejor entendimiento. Se trata de edificaciones donde la pieza patrimonial queda incluida y totalmente reservada y a la vez pasa a ser parte de un discurso museístico, que revaloriza el objeto al realzar sus significados (Fig.2).



Fig. 2- Centro de Interpretación de las Murallas de Murcia (crédito: J. Canivell, 2008)

Superficies y revestimientos en zona alta. Cuando el tipo de resto arqueológico o el tipo edificatorio no disponen de cubrición alguna, ya sea debido a que se ha perdido o porque nunca lo tuvo, la ejecución de un revestimiento o la colocación de un elemento compatible pueden mejorar la respuesta, sin verse muy afectada su integridad y autenticidad. Es también importante cuidar la pendiente de esta cubrición para evitar la acumulación de agua. Al mismo tiempo es importante que permitan una correcta circulación de la humedad dentro del muro.

Gárgolas, canalones, aleros. Como complemento a cualquiera de las soluciones descritas se pueden instalar estos sencillos elementos que evitan que el agua evacuada de las cubiertas dañe las zonas bajas del paramento debido al chorreo. Separan el agua de la tapia, la encauzan y evacuan por los canales adecuados.

2.3. Zona intermedia

Normalmente si la cabeza y la base del muro están protegidas frente a la humedad, la zona intermedia igualmente tiene asegurado un mejor comportamiento, aunque puede verse afectada en situaciones concretas, como cuando el muro se comporta como contención de tierras, ya que puede ser objeto de filtraciones de agua en todo el paramento. Ante esta situación se debe eliminar o limitar en lo posible la acumulación de agua y favorecer la evacuación rápida y eficaz mediante un dren o aperturas en el muro.

3. CONSOLIDACIÓN.

Entendemos por consolidación la acción por la que se estabiliza un proceso de degradación de un material, mejorando la cohesión y la adherencia de las partículas. Existe una gran variedad de formas de afrontarla; ya sea por medio de productos químicos industriales o con métodos más tradicionales. En general su éxito depende de la capacidad de penetración del producto en la zona afectada. Señalaremos en términos generales algunos de ellos:

3.1. Inorgánicos.

Silicatos de etilo. Es un tratamiento bastante extendido para la consolidación de la piedra. Entre sus características destacamos su permeabilidad al vapor, ausencia de variación del cromatismo y de efectos filmógenos y buena afinidad con materiales silíceos. Se puede aplica mediante inyecciones, por medio de una pistola aerosol (Fig.3), en brocha o por inyección con presión controlada. Existen fuentes que acusan

a estos consolidantes de graves deterioros posteriores, desaconsejando su uso (Aymat, 2000), aunque se sigue aplicando en algunos casos.

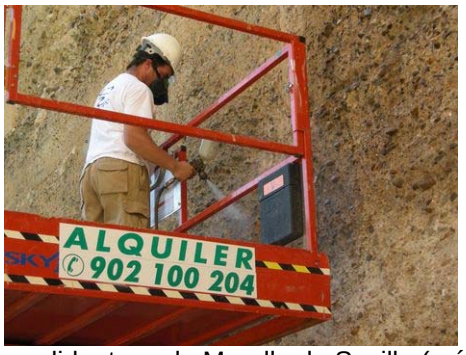


Fig. 3- Aplicación de consolidante en la Muralla de Sevilla (crédito: J. Canivell, 2007)

Lechada de cal. La cal apagada, o hidróxido de calcio, en contacto con el dióxido de carbono atmosférico genera carbonato cálcico, que cristaliza como un mineral, cohesionando de nuevo las masas. María Goreti (2005) propone el uso de la cal como consolidante en forma de lechada de cal. Se caracteriza por una resistencia moderada y una gran permeabilidad. Se utilizan lechadas de cal o agua de cal (1:5; 1:7; cal/agua respectivamente) según la fluidez que se necesite y en sucesivas capas. De esta forma, en la restauración del Castillo de Reina en Badajoz (Rocha 2005), se procedió a dar un enjabelgado en toda la superficie para obtener un tono homogéneo y mayor protección.

3.2. Orgánicos

Las emulsiones asfálticas se han usado extensivamente como correctores de revocos para fábricas de tierra como el adobe. Consiste en la suspensión de partículas microscópicas de asfalto en agua. Al mezclarse con la tierra, cubre las partículas de arcilla, añadiendo unas propiedades hidrorrepelentes. Pero aplicadas a la restauración de fábricas impermeabilizan en exceso y cambian el color del paramento. Por ello es recomendable el uso sólo como corrector de revestimientos, y no en la masa de la fábrica.

Los consolidantes orgánicos como las resinas acrílicas o epoxídicas presentan buenas características de resistencia mecánica y de adherencia, por lo cual su uso está muy extendido en la construcción. Pero no suelen tener buena penetración, presentan excesiva hidrorrepelencia y suceptibilidad a los rayos UV. Aunque se aplicaron en los 70, no resultaron ser ideales para la consolidación de construcciones con tierra, pues además tienden a formar una película bajo la cual la tapia se degrada progresivamente.

En general no existe un consolidante que cumpla con todas las expectativas: aumento de resistencia física y a la erosión y que mantenga la permeabilidad de la fábrica. Por ello se recomienda un uso cauteloso de estas sustancias sintéticas comprobando con antelación los efectos directos sobre la fábrica antes de su aplicación masiva en los paramentos, ya que suelen ser tratamientos irreversibles que podrían dañar la fábrica.

4. RESTITUCIONES DE TAPIA

Se emplea cuando las pérdidas de masas originadas por la erosión adquieren grandes dimensiones e incluso pueden hacer peligrar la estabilidad del conjunto. El conocimiento de la antigua técnica constructiva (Canivell, 2008) ha aportado nuevos conceptos a incorporar en la reconstrucción de nuevos cajones de tapia. Es una opción mucho más destructiva que la consolidación, que implica además la pérdida de información disponible del antiguo paramento. Por ello podría estar encaminada a

garantizar la estabilidad en las zonas precisas más que a la reconstrucción de tramos completos.

4.1. Cajones completos

Cuando existen tramos que se han perdido completamente o la erosión ha eliminado alguna hilada en la cumbrera de un muro se pueden reconstruir ciertos cajones o hiladas hasta completar un perfil hipotético o garantizar su estabilidad. Varios son los aspectos a analizar: la composición de la tierra, los sistemas de encofrado y el apisonado.

La composición de la tierra a utilizar de relleno puede ser muy variada y de hecho cada autor hace referencia a dosificaciones distintas. No existe una regla fija y en cada caso deberá analizarse la composición de la tapia de referencia y diseñar diferentes muestras hasta dar con la que mejor se adapte material, técnica y formalmente. Para la puesta en obra de la tierra se necesita diseñar un encofrado capaz de soportar las presiones debidas al apisonado y que a la vez sea de fácil manejo y colocación. Se emplean desde encofrados modernos hasta otros realizados ex profeso según la tapia original (Rocha, 2005). El apisonado debe hacerse de forma similar con la que se procede para tapias de nueva construcción, ya sea con medios manuales o mecánicos, vertiendo la mezcla con su grado óptimo de humedad en capas de 10-15 cm.

4.2. Tapia a una cara

Cuando los paramentos pierden masa en una cara debido a la erosión o por factores intrínsecos de la tapia, la restitución de dicha tapia a una sola cara se presenta como una buena opción para la conservación (Fig.4). El espesor mínimo suele ser de unos 30 cm para que la masa sea fácilmente apisonable. El nuevo factor clave a tener en cuenta es la adherencia de lo nuevo con el paramento existente. Teniendo en cuenta que la tapia trabaja principalmente en sentido vertical, hay que buscar o realizar los apoyos suficientes. Resolver la estabilidad del encofrado y el trabajo de apisonar la tierra dentro de un espacio que puede ser muy reducido son frecuentemente dos factores decisivos que definirán el sistema de reparación. Una de las primeras experiencias tuvo lugar en la restauración de las Murallas de Niebla y más tarde se han ido repitiendo en diversas fortificaciones como en Sevilla (García-Tapial, 1986), Murcia, Paderne y otras tantas, observando que la técnica tiende a ser más quirúrgica en lugar de ocupar grandes extensiones de paramento.



Fig. 4- Restitución de cajones a una cara en la Muralla de Sevilla (créditos: J. Canivell, 2007)

5. REVESTIMIENTOS

Generalmente la tapia suele disponer de un tratamiento final de protección, aunque existen evidencias de otras que nunca lo tuvieron. Debido a la baja resistencia a la erosión de las construcciones en tierra, la aplicación de un revestimiento ha sido indispensable para garantizar una conservación prolongada.

5.1. Reparación de morteros

Cuando una tapia posee un revestimiento y se encuentra en un estado aceptable de conservación, la mejor opción puede ser la reparación del mismo, por medio de consolidaciones de zonas abofadas o picado, saneado y reposición de las partes más dañadas. Podemos encontrar la situación en la que sea el mismo revestimiento de la tapia el que sea objeto de intervención. Destacables son las intervenciones como en la misma Puerta de Elvira (Granada) ó en la Torre del Oro (Sevilla), donde se trató mediante inyecciones de consolidantes inorgánicos para conservar y fijar el revestimiento de mortero de cal abofado o desprendido. Antes de una reparación sería indispensable el estudio y clasificación de los materiales antiguos, para posteriormente elegir en caso necesario un mortero compatible con el soporte y revestimientos existentes.

5.2. Morteros de cal

En ciertas ocasiones, cuando la base de tapia no sufre pérdidas de masa considerables, se puede optar por ejecutar un revestimiento de una masa en capas más delgadas para de proteger el paramento. La problemática que plantea es que la aplicación del revestimiento continuo se pierde parte de la identidad del objeto al ocultarse algunos matices de la tapia original. La adherencia del revestimiento se debe garantizar, estudiando en primer lugar la naturaleza de la base, determinando posibles materiales que sean incompatibles químicamente y puedan provocar reacciones no esperadas que desemboquen en el desprendimiento. Una limpieza profunda y el posterior humedecimiento de las superficies son indispensables para que un revestimiento pueda adherirse adecuadamente a la tapia. Adicionalmente se pueden aplicar lechadas de cal en sucesivas capas para aumentar la cohesión entre los diferentes niveles.

5.3. Proyección de tierra

En situaciones en la que la compactación tradicional no es posible, la nueva técnica propone un relleno de material por medio de una proyección de material contra el soporte, que en este caso es el paramento cajeado de la tapia. La compactación se consigue por medio de la presión ejercida al lanzar la tierra contra el soporte, de una manera similar a la del hormigón gunitado, consiguiendo una compactación en la dirección perpendicular. Es muy útil cuando la pérdida de masa es localizada y un sistema tradicional de encofrado y apisonado dificultaría en exceso la puesta en obra. Nuevamente la limpieza y preconsolidación son pasa importantes a tener en cuenta para garantizar un buen resultado. Las experiencias han sido variadas y de momento arrojan buenos resultados, como en las Murallas de la Alhambra (Valverde, 2004), en el Castillo de Paderne o en el Castillo de Monteagudo (López Martínez, 1996).

5.4. Relleno puntual con ladrillo

Las mismas cavidades que anteriormente se recuperaban con tapia también pueden rellenarse con otro material compatible, de hecho ha sido una técnica muy usada desde la antigüedad para reparar esta clase de lesiones. Como elemento de relleno se puede usar un ladrillo taco, de barro cocido, ladrillos BTC, adobes o incluso piezas preconformadas de tapial (1). Se trata de cerrar la cavidad mediante la ejecución de un fábrica de ladrillos. La cavidad debe moldearse lo suficiente para acoger cómodamente las piezas cerámicas humedeciéndose generosamente y tomando las piezas con mortero de cal o barro. Es una técnica sencilla que además permite diferenciar perfectamente las áreas añadidas de las originales.

5.5. Forros completos de otro material.

El desconocimiento de la tapia o la aparición de nuevos sistemas de artillería son causas por las que una fábrica de tapia se envolvió completamente por otro material. En otras ocasiones la piel de piedra o ladrillo se realizó durante el proceso constructivo

de la tapia, de tal manera que las fábricas exteriores eran además encofrados para la tapia del interior. No se trata de una técnica adecuada, pues tan sólo se logra ocultar las patologías de la tapia sin llegar a solucionar de raíz las lesiones pudiendo empeorar más aun el estado de conservación, sobre todo cuando dicho forro se ejecuta con materiales no compatibles (2).

6. GRIETAS

La fábrica de tapia es muy susceptible al agrietamiento, causado por fallos estructurales, de cimentación o bien cambios en el terreno que terminan afectando a la estabilidad de la fábrica. Un aspecto a tener en cuenta antes de decidir una intervención sobre la grieta es analizar su estado de evolución y decidir si se trata de una grieta activa o muerta. Al mismo tiempo se definiría si se trata de grietas estructurales o bien son simples fisuras en la cara de la tapia, ya que tendrán tratamientos diferentes. Las técnicas de reparación se pueden dividir en duras y blandas en función de si admiten cierta tensión o no. Es necesario puntualizar que la finalidad de estos sistemas no es la estabilización de los muros, y se deben cuando la estabilidad está garantizada (Pearson, 1997).

6.1. Sistemas blandos

La filosofía de este tipo de sistemas es tan sólo tapar o rellenar el vacío que se ha creado para evitar que los agentes externos como el agua, puedan acceder libremente y erosionar progresivamente el núcleo de la fábrica. Es por ello que el nuevo material debería tener unas características similares a la tapia, de forma que dilaten o contraigan coordinadamente. Antes de comenzar cualquier tipo de sellado en la grieta es necesario un saneado y limpiado y humedecimiento, de manera que la superficie donde se adhiera el relleno ofrezcan una correcta cohesión.

Las pequeñas fisuras tienen fácil solución mediante el empleo de sucesivas lechadas de cal (Goreti, 2005). Cuando la apertura es mayor sería necesario un material con más cuerpo para taponar el vacío. Para ello se pueden usar morteros de cal con una granulometría adecuada. Si la grieta presenta una gran abertura se podrían emplear ladrillos, adobes o BTC en las zonas más amplias para evitar un volumen acumulado excesivo de mortero. Pearson (1997) propone un sistema muy agresivo para sellar las grietas verticales. Consiste en picar la abertura y conseguir un volumen vacío suficiente como para poder ejecutar una nueva tapia, construyendo un encofrado exterior y trabajando desde abajo hacia arriba, a lo largo de la grieta. A medio camino entre las técnicas duras y blandas podemos disponer llaves formadas por troncos de madera dispuestas en regolas practicadas en la tapia y posteriormente rellenadas con un mortero.

6.2. Sistemas duros

Si la grieta puede presentar cierto grado de movimiento que genere tensiones, será necesario reforzarla mediante un cosido. De esta manera aseguramos una limitada continuidad en la transmisión de esfuerzos. Al hablar de sistemas duros se quiere dar entender que conservan la adecuada elasticidad pero con un refuerzo extra que los sistemas blandos no poseen.

Otra solución consiste en realizar un cajeado con forma de U y rellenarlo con una fábrica de ladrillos alternando una tela gruesa de yute que arma el conjunto (Pearson, 1997). En lugar de crear grandes grapas de ladrillo también se han utilizado llaves de acero, perfiles UPN o barras de fibra de vidrio, dentro de cajeados y posteriormente rematados con morteros de cal y arena. Este último tipo de actuación podría utilizarse sólo cuando la tapia ofrece suficiente dureza y cohesión, ya que la grapa introducida es bastante más rígida y podría dañar la masa de tierra.

7. CONCLUSIÓN

Las técnicas se han descrito en términos muy generales y en cualquier caso siempre será necesaria una adaptación a las circunstancias particulares, siguiendo los criterios de intervención que dicten las Teorías de Restauración en vigor. Así mismo es necesario determinar un conjunto de técnicas diseñadas específicamente para la tapia y las construcciones de tierra, que ofrezcan al técnico no familiarizado suficientes garantías de éxito. Puntualizar además que cualquier intervención debe estar acompañada por un plan de mantenimiento que asegure la estabilidad de las soluciones adoptadas durante periodos amplios de tiempo.

Bibliografia

Aymat Escalada, C. (2000). *Patología y recuperación de fábricas de cajones de tapial. Cercha: Revista de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos*, pp. 75-82.

Canivell Gª de Paredes, Jacinto. (2008), "Las técnicas constructivas del tapial en las fortificaciones". *Actas del IX Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*, Sevilla 9-12 Julio, 2008, CICOP.

García-Tapial y León, J. & Cabeza Méndez, J.M. (1986*), Restauración de la Murallas de la Macarena. Aparejadores: Boletín del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Sevilla,* vol. 20, pp. 9-17.

Goreti Margalha, M. (2005). *Cal como consolidante em alvenarias. Arquitectura de Terra em Portugal. Earth architecture in Portugal. Centro da Terra.* Argumentum, Lisboa, pp. 74-80.

Jaquin, P., Augarde, C., Toll, D.G. and Gallipoli, D. (2009). *The strength of rammed earth materials*. Geotechnique 59(5): 487-490.

Macías Bernal, J.M. & Espino Pérez, U. (2001). *Desecación de muros en edificaciones existentes. Otra alternativa*. *Aparejadores: Boletín del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Sevilla,* vol. 60, no. 60, pp. 54-59.

Pearson, G.T. (1997). *Conservation of Clay and Chalk Buildings.* Donhead Publishing, London.

Valverde Espinosa, I., Valverde Palacios, I. & Fuentes García, R.M. (2004). *Adecuación de la tierra para ser puesta en obra mediante la técnica de proyección. Tierra proyectada. VII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación.* CICOP, pp. 132.

Walker, P., Keable, R., Martin, J. & Maniatidis, V. (2005). *Rammed Earth. Design and construction guidelines,* BRE bookshop, Watford.

Notas

(1) Son piezas prismáticas que se han realizado apisonando las misma masa dentro de pequeños encofrados y que una vez endurecidas son desmoldeadas y usadas como bloques.
(2) Nos referimos por ejemplo a mamposterías de piedra, que al haber usado un mortero de cemento se hace rígidas y poco permeables.

Curriculum

Jacinto Canivell: Arquitecto (ETSA Sevilla, 2001). Está realizando el Doctorado por la Universidad de Sevilla, estudiando los tapiales históricos de la provincia de Sevilla. Actualmente está contratado como investigador dentro del Departamento de Construcciones Arquitectónicas II.

Paul Jaquin: Ingeniero en Ramboll UK. Su investigación en la Universidad de Durham se focalizó hacia las fábricas históricas de tapial, analizando un gran número de edificaciones en España. Propuso una explicación a cerca del comportamiento de la tapia en términos de la mecánica de suelos no saturados.

Charles Augarde: Charles es un Ingeniero colegiado y profesor en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Durham. Su principal interés investigador recae en el modelado numérico de problemas geotécnicos y estructurales mediante el método de elementos finitos no lineales.

Christopher Gerrard: Christopher Gerrard es profesor de Arqueología catedrático de Arqueología Medieval en la Universidad de Durham. Ha trabajado en Aragón y actualmente está desarrollando su labor en el Yacimiento Arqueológico de Moncayo en el Noreste de España, junto con la Universidad de Winchester y el Centro de Documentación Territorial de Aragón.

DAMAGE IN HISTORIC RAMMED EARTH STRUCTURES: A CASE STUDY AT AMBEL, ZARAGOZA, SPAIN

Paul Jaquin[1], Christopher Gerrard[2], **Charles Augarde**[3], **Jacinto Canivell[4]**
[1]Ramboll UK. St Andrew Square, Edinburgh, UK
E-mail: paul.jaquin@ramboll.com
[2]Department of Archaeology, University of Durham. South Road, Durham, UK
E-mail: c.m.gerrard@dur.ac.uk
[3]School of Engineering and Computing Sciences, University of Durham
South Road, Durham, UK E-mail: charles.augarde@dur.ac.uk
[4]EUAT / Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica
Av. Reina Mercedes s/n. 41012. Sevilla. Spain. E-mail: jacanivell@us.es

Theme 2: Heritage and conservation
Key words: rammed earth, building failure, unsaturated soil

Abstract
This paper examines the possible causes of damage to historic rammed earth structures based on a case study of a medieval and later building, formerly a preceptory of the Military Orders, in the village of Ambel in Aragon, north-east Spain. Structural and water-based mechanisms of damage are reviewed and an engineering basis for the cause of damage is proposed. Since a number of repair strategies have already been attempted on this structure, their effectiveness is also discussed. A four storey granary at the north-east corner of the preceptory complex is described in detail since it encapsulates many damage mechanisms and repair strategies which are common to historic rammed earth. The granary tower has a random rubble foundation, which is probably in part the remains of previous building, with rammed earth walls for the three storeys above. This rammed earth was originally rendered and scored to imitate fired brick but almost all of this has now fallen away. The gable end of the building has fired brick quoins, and now leans outwards slightly at the head of the wall. There is evidence of water damage because the building was neglected in the past, though not enough to initiate collapse. Structural and water based damage mechanisms are identified, and example repair strategies used at Ambel are described.

1. INTRODUCTION
Rammed earth is an ancient construction technique which involves the manual compaction of soil, and sometimes other added ingredients (such as lime or straw), between formwork boards to create a homogenous mass wall. The soil is compacted moist and the formwork then removed to allow the wall to dry. Rammed earth has a long history in Spain, being used as early as the Bronze Age and particularly during the time of the medieval Islamic dynasties who brought their construction techniques to Spain after the 8th century AD (Jaquin, Augarde *et al.* 2008).

The preceptory at Ambel has been intensively recorded and studied (Gerrard 1999; Gerrard 2003) and is used as the case study in this paper. The site served as an administrative centre by the Templar Order immediately after the Christian 'reconquest' of the area in the early 12th century and, when the Templars were dissolved at the turn of the 14th century, the building and its estate passed to another Military Order, the Hospitallers (later popularly known as the Knights of Malta). The complex which survives today was built in a series of phases over a period of 300 years, probably by local Muslim craftsmen. This paper details only part of the whole complex and focuses on what is now a four-storey granary at the north-east corner of the site (Figure 1). This building has significant structural problems and is in need of both investigation and remediation.

The basement today is a wine and storage cellar of stone and brick, and there are clues here to several generations of structural alteration and repair. Detailed recording of the standing building suggests that the first phase of construction still visible on this part of the site was a substantial 14th century wall (1,9 m thick at the base battered to 0,90 m at the top) which ran along the northern perimeter of the precinct. Its date is suggested by surviving decorative brickwork. At a later date this wall was incorporated into a multi-storey structure, of which only fragments remain including the butt of a brick springer arch and an arrow loop. The dates for this lost construction are imprecise but must lie somewhere in the period 1340-1569; the arrow loop, a feature of military fortifications, suggests a date around 1357-1369 when castles on the frontier with Castile were strengthened. The fate of this building, presumably a tower of some sort, is unknown; it may have collapsed since the structure which can be seen today stands on its footprint. What survives today is most of the foundation of that earlier structure with three new floor levels above which were constructed around 1569 (Gerrard 2003, 191-201). The first and second floors are built in rammed earth and were used as granaries. Graffiti on the walls and documentary evidence shows that they held quantities of cereals such as wheat, rye and barley (Gerrard 2003, 323-328). The third floor was an attic space where air circulated through galleries of arches, an architectural feature typical of Aragonese 16th century palaces. A fourth floor, now entirely lost, is thought to have been an arched brick turret above the northern end of the structure.

The building fabric of these four storeys reveals a long history of damage, repair and alteration. A change in floor tiling pattern; newer columns and ceiling beams on the floor below suggest a collapse of the first floor. This was perhaps due to excessive loading on that storey, which could easily occur if the room was filled with grain (Figure 3). There is evidence for a multitude of repairs to the north wall of the structure, with timber tie beams inserted in the walls at the first and third floor levels. By 1797 the building had fallen into disrepair, and major alterations were carried out. A tower at the south east and the fourth floor brick turret were removed. The roof was replaced using the typical split bamboo mats covered by a spread of soil and clay tiles (Figure 1). There is evidence of attempted repairs to correct the lean of the north gable wall, with ceiling jack arches and beams being replaced. Access to this wing of the complex was re-arranged - on the eastern side of the basement there is a blocked archway in the east wall, formerly the main entrance at this level, and an abandoned water channel (0,70 m wide) is partly exposed here. This water channel, which once ran through the basement, was diverted to run outside the building, as it still does today.

Today there are two independent sets of cracks in the east elevation (Figure 1) – two slightly inclined cracks in the centre of the building; and two vertical cracks at the north end of the east elevation, which are related to the lean of the north gable end wall. This wall leans outwards from ground level to mid-height of the second storey, with the section above this being built vertically on top of a leaning wall. The current owners of the building installed crack monitoring points in the early 1990s and this monitoring shows the continued opening of the cracks at the northern end of the tower. As a result, tie bars were placed at ceiling level at the ground, first and second storeys in 2000. These are fixed internally by bolting onto the ceiling beams and protrude externally to link to H-shaped bars on the facade which were positioned so as to overlap the brick quoins (Figure 1).



Figure 1 – The preceptory at Ambel, north-east elevation. The gallery of arches between the towers is typical of 16th century architecture in this region. The first phase precinct wall reaches the base of ivy and stands 3m high.

2. STRUCTURAL

Structural problems are common to all building materials, but the perceived low tensile and assumed zero shear strength of rammed earth (Walker, Keable *et al.* 2005) when compared to fired masonry and or unreinforced concrete means that relatively minor issues can result in major structural problems. The particular vulnerability of unstabilised rammed earth to water means that there is a coupling of structural and water based issues which does not occur in non-earthen structures. This means that problems caused by water may become structural problems, while structural problems may allow water ingress to a structure causing further damage. This paper separates these two issues, while still acknowledging the coupled nature of problem.

2.1 Causes of structural damage

There are a wide range of causes of structural problems, including ground movement, failure or inadequacy of building elements, incorrect design, or excessive loading. This paper focuses on those issues which are felt to be specific to rammed earth. Figure 2 shows some of the mechanisms which have been identified. Potential causes of structural problems are shown in bold, while their effects are shown in a normal font. The numbers 1 and 2 in italics refer to positions where opening or cracking may occur. Three particular issues with rammed earth in Spain are identified; the interface between brick and rammed earth, joints between adjacent rammed earth blocks and transverse beams or lintels bearing onto ineffective or absent wall plates.

One feature of medieval Spanish architecture is the use of rammed earth fill *between* fired brick columns (Jaquin 2008a). Inspection of a number of such joints between the brick and the rammed earth shows that there is no structural tie between the between the two. Any structural movement therefore results in an opening of the joint. This is particularly a problem in later medieval architecture, where brick quoins are used, and structural movement (for example of the gable end of a structure) is unrestrained and leads to an opening of the joint. An example of this can be seen on Figure 1 immediately below the eaves at the northern end of the tower.

One method of rammed earth construction (detailed in Jaquin, Augarde *et al.* 2007) produces independent rammed earth blocks with vertical joints between. Where there is structural movement, separation of the rammed earth blocks may occur, and this separation (which would appear as cracking in a homogeneous material) takes place at the weakest point. As a butted vertical joint between two rammed earth blocks cannot carry any tensile stress, the join between the blocks will then open.

To prevent localised shear failure of the wall beneath a load bearing transverse beam, wall plates are used to spread the load over a larger area. Where such wall plates are absent, either through poor initial design or later alteration to the structure, there is the potential for shear failure of the wall beneath the loaded beam. Out of plane failure can also occur where a beam joining a wall is insufficiently stiff and bows under loading. This causes an increased load at the face of the wall, and can lead to spalling of the material at the face (Figure 2).

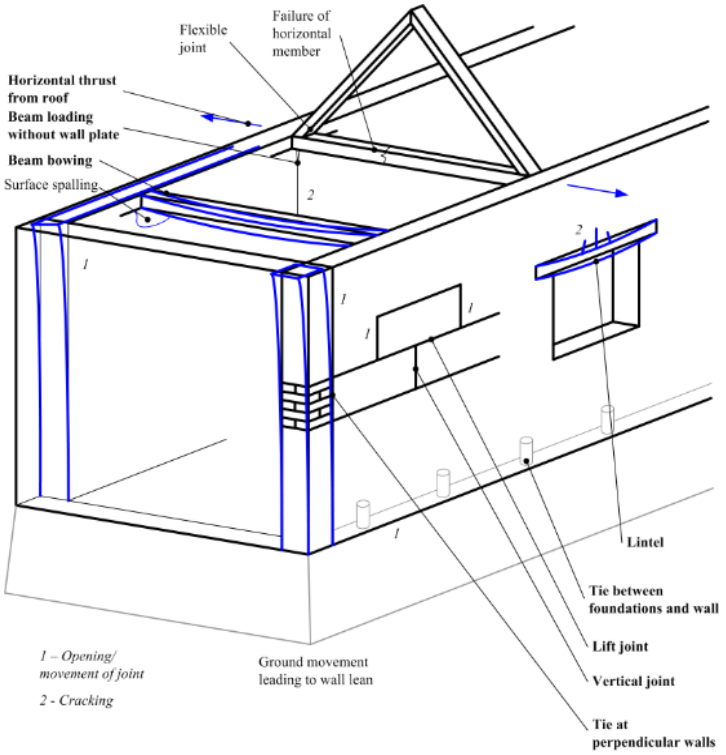


Figure 2 – Examples of failures of structural elements

2.2 Structural repair strategies

At a whole building scale, two broad categories for structural repair can be defined, namely *hard* and *soft*. Hard repair involves a deliberate increase in strength and stiffness of a section of the building, and should be used where the underlying cause of the structural problem has not been fully addressed. Soft repairs aim to replace the fabric of the structure, and should be undertaken when the cause of the structural problem has been mitigated. Hard repairs often involve the placement of steel or timber, whereas soft repairs tend to use material similar to that of the building. The concept of a ‘soft’ crack stitch has been employed at Basgo, India (Jaquin 2008b) which creates a staple using a similar material to that of the wall. This method attempts to match the material properties (stiffness, thermal expansion) of the stitch and the wall, allowing the stitch to become an integral part of the wall and thereby restoring some structural continuity across the crack.

2.3 Case study of Ambel – structural

The gable end wall of the north-east granary at Ambel is showing a significant outward lean at the head of the wall, and monitoring of the cracking patterns shows that the cracks continue to open. The cause of this lean is assumed to be an ineffective retaining wall to the north of the gable wall, allowing continued settlement of the ground. The nature of the foundations of the tower is not known. As it is not currently possible to reinstate this wall, or to upgrade the road, hard intervention techniques have been used.

In the late 18th century a number of *hard* repair measures were already being enacted at to prevent collapse of the leaning north wall. There is no structural tie between the rammed earth north and east walls, and the brick quoin at the corners. As described above, a further storey tower may have existed at the north of the granary, and this tower may have provided a structural tie between the gable end and the transverse walls. Analysis of the architectural fabric suggests that timber buttressing was placed against the external wall, and repairs were carried out to the ceiling arches at each floor. In addition, battens were embedded at the north end of the east and west walls, spanning to the leaning north wall. Their effectiveness is questionable, as cracks are present in the wall at the south end of these timbers. This indicates that the timbers may have succeeded in stiffening the north end of the structure, but because ground movement has not been halted, further deformation and cracking has occurred. In 2000 H-shaped spreader plates were fixed to the face of the wall, which are affixed to 150 mm x 80 mm I-beam sections running through the length of the building. These I-sections are bolted to the transverse ceiling timbers at each side of the building at ground, first and second floor levels.

Although this intervention follows sensible principles, it may be noted that the horizontal component of the lean of the gable wall is transferred directly to the transverse timbers through bolting, which maybe prove unsatisfactory, with the bolts shearing from the timber with increased horizontal load from the gable wall. Monitoring of crack growth shows that the placement of this system has not arrested the growth of the cracks, suggesting that it is yet to engage or is proving ineffective. Future work is now being suggested which will involve the placement of spreader plates on the outside of the south wall, allowing the I-beam sections to span the whole length of the building and thereby stiffen the whole structure.

Where the cause of the structural problem has been mitigated, then a *soft* repair of filling of the cracks is recommended. This will not only improve the appearance of the building but also prevent water ingress. At Ambel, cracks in the centre of the long east wall are thought to have formed prior to the movement of the gable end, and have therefore been filled. The filler is brick, which would originally have matched the scored rendered original face of the rammed earth, although this is now removed. Filling with similar fallen material in rammed earth is problematic, though the *column method* is recommended by Pearson (1997) and other possibilities are suggested in Jaquin (2008a).

Reinstatement of the roof of the granaries occurred around the same time as the late 18th century repairs. At one location this involved the introduction of a transverse timber beam which carries a large proportion of the roof loading into the south gable end wall. This timber is causing in-plane cracking of the rammed earth wall because of the lack of a wall plate.

This case study structure shows that although localised failure may occur, there may be phases of rebuilding on surviving rammed earth following partial collapse. The evident lack of understanding of the properties of the building material is shown in the

19th century repairs. Sadly, these ‘repairs’ are often part of the problem rather than the solution.

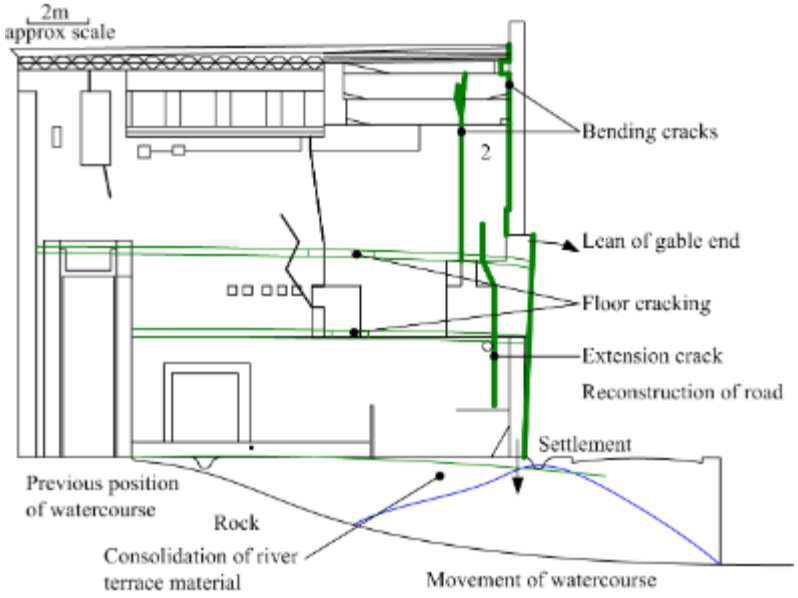


Figure 3 – Cracking patterns and causes, east-facing elevation of the north-east tower at Ambel

3. WATER

The poor resistance of rammed earth to water penetration is highlighted by comments made by a French officer defending rammed earth castles in Morocco in 1956 - “It’s not their guns I’m frightened of, but God help us if they use water pistols” (Maxwell 2000). In more technical terms, the strength of unstabilised rammed earth is due to the presence of bridges of water between the soil grains, and as such it may be treated as a highly unsaturated soil (Jaquin, Augarde *et al.* 2009). When the soil becomes saturated, these bridges are removed and the rammed earth loses its strength and behaves as a purely frictional material. It is then unable to maintain the vertical faces required for walls, and rests at its angle of friction.

3.1 Damage mechanisms

Jaquin, Augarde *et al.* (2009) showed that an increase in the water content of rammed earth reduces its strength and stiffness and increases its ductility. It was argued in that paper that unstabilised rammed earth may be described as a highly unsaturated. The term ‘unsaturated’ describes soil where both air and water are present in the pores between the soil particles. At the interface of the air and the water there exists a meniscus which acts as a sheet in uniform tension, giving rise to the phenomenon of surface tension. This meniscus holds the water in the pores at lower than atmospheric pressure, and the combination of the lower pressure of the pore water and the tension of the meniscus combine to provide an attractive force across the pore between the soil particles. This attractive force provides the soil with increased strength and stiffness over a saturated or completely dry soil where the pores are completely filled with water or air respectively. Jaquin, Augarde *et al.* (2009) showed that the (negative) pressure of the water in the pores (termed suction) is related to the strength and stiffness of unstabilised rammed earth samples. The strength and stiffness of rammed earth will reduce when the soil becomes saturated and the attractive force between the soil particles provided by the liquid bridges is lost. The size and strength of the liquid bridges is a function of the relative humidity of the air in the pores of the rammed earth wall, with increasing relative humidity leading to reduced strength of the liquid bridges and therefore of the rammed earth. Heath, Lawrence *et al.* (2009) showed that even at 100% relative humidity, rammed earth samples do not become saturated and lose all

their strength. It is proposed that water running over the surface of a wall, allowing constant infiltration causes erosion of rammed earth. Damage to unstabilised rammed earth caused be water is a result of it becoming saturated. A number of mechanisms by which water can enter a structure are shown in Figure 4. This paper argues that it is the *magnitude* of the water infiltration which causes damage to rammed earth.

The impact of rain against the face of a rammed earth wall is often described as a mechanism by which walls erode, and therefore extended eaves are required to prevent falling water from impacting the surface of the wall (e.g. Walker, Keable *et al.* 2005). However, it is proposed that is the *rate* at which water is allowed to enter a wall which determines if erosion of the wall occurs. The infiltration of a single raindrop into the face of a wall will raise the relative humidity of the wall by a small amount, but this increase in humidity is spread through the whole thickness of the wall, meaning that it takes a long time for the relative humidity of the pores in the wall to reach 100%. Heath, Lawrence *et al.* (2009) show that a wall remains unsaturated is in a 100% relative humidity environment, and physical application of water is required to raise the water content of the wall further. Warren (1993) and Hall and Djerbib (2006) describe ‘overcoat’ regions of saturated material at the face of the wall, which prevent further water ingress. However, this is assumed to be incorrect, as a saturated region would lose all strength from liquid bridges and behave as a frictional material, resting at its angle of repose.

Water *does* pose a problem for unstabilised rammed earth structures where it is allowed to flow down the surface of a wall. This usually happens where it is allowed to gather (pond) at the head of a wall, and flow down the face. Because of the larger volumes of water involved, the rate of water infiltration overtakes the rate at which water is removed from the wall by evaporation, and so a drip forms on the surface of the wall. This may allow the surface of the rammed earth to become saturated, and for soil particles to become suspended within the liquid and flow. This mechanism can be seen in the formation of worm cast type structures where material has first flowed into a slurry, then dried to leave mounds of fine material on the wall face. The presence of these structures indicates the downward movement of material and is thus indicative of past water flow. The likely cause of the formation of the structures is the slow downward movement of water down the face of a wall, for example a drip which is able to pick up material and transport it in solution down the wall, until such a point as the drip evaporates and the material is returned to the wall. Inspection of these structures indicates that they contain only very small particles, as it is only these which may be picked up by the water. The rate of infiltration of water into the body of the wall is sufficiently slow that the drip of water is able to continue down the face of the wall, saturating and therefore picking up smaller soil particles, before all the water is absorbed by capillary action into the wall and those smaller soil particles redeposited. If the rate of water flow is increased, such as by an ineffective drain, then larger soil particles and larger volumes of material are picked up by the water flow, and incisions form in the vertical face of the wall (Figure 4).This mechanism involves the movement of material down the wall causes a deterioration of the structure.

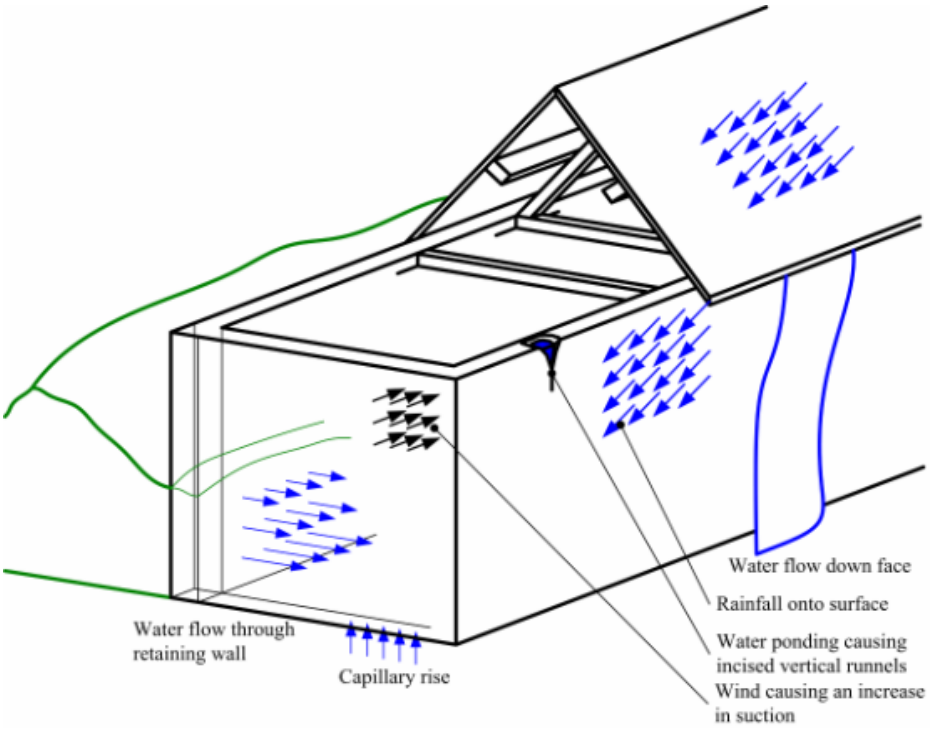


Figure 4 – Causes of damage by water

3.2 Repair strategies – water

Repair of rammed earth walls damaged by water should only be attempted when the cause of the water flow has been addressed. It has been argued that the main repair strategy for water damage is reinstatement of the head of the wall to prevent further water flow down the face. This has taken the form of concrete ring beams for the restoration of the towers at Biar and La Rambla (Jaquin 2008a) or as bamboo matting at Ait Ben Haddou in Morocco. If it is possible, then the roof of the structure must be reinstated, and the drainage from this correctly positioned.

Repair of the face of a wall, where damaged by water, should involve reinstatement with the fallen or similar material which will provide similar material properties (stiffness, permeability and shrinkage) as the rest of the wall. There are many examples of the repair of rammed earth buildings using a less permeable render such as cement (see Jaquin 2008b). While this render reduces the flow of water *into* the wall, it also reduces the flow of water *out* of the wall. If water is able to enter the wall by any other means (for example through capillary rise), and is *not* able to escape (water only flows upwards by capillary rise), then there is an increase in water content of the wall. This leads to a loss of strength and stiffness, and the wall will fail, either through a the build up of water behind a less permeable render, or by becoming saturated and losing strength and stiffness.

3.3 Case study of Ambel – water

The north-east tower at Ambel has suffered significant neglect at periods through its history, and shows some evidence of water damage. The roof has now been repaired and seems to be effective, though some evidence of water damage remains.

Where water has been allowed to gather and run down the face of a wall, cast structures, such as described in Section 4.1, are observed on the face of the wall (Figure 5). However, these have served as a forewarning of further damage and caused the building owners to undertake repairs. As a result, there are no deep

incisions into the rammed earth as shown in Figure 4, and as observed at other historic rammed earth sites (Jaquin 2008b). However, the eaves do not protrude on any of the faces, and this may have allowed a water flow down the face of the wall. If water is allowed to gather behind the render, then the rammed earth may become locally saturated, meaning the liquid bridges providing a bond between the render coat and the rammed earth may become saturated, causin the render to spall away from the wall (Figure 1).

There has been no rendering of the Ambel tower using cement, the only surface covering is plaster on the interior walls. As a result the building remains structurally sound. This is in contrast to other rammed earth buildings in the village of Ambel which have been periodically repaired with impermeable renders. In many cases the damage is minor but the visual impact is unsightly and can add to the negative image sometimes associated with decay of ancient buildings.

The mortared rubble foundation of the rammed earth granaries has served to prevent capillary rise of water into the rammed earth, and therefore the rammed earth at Ambel has never been subject to increases in water content, other than caused by rain water impact or ineffective roof drainage.



Figure 5 – Worm cast type structures visible at Ambel beneath a previously damaged roof section

4. CONCLUDING REMARKS

Many rammed earth buildings are now considered to be of great cultural value. The repair of such structures should ideally be conducted only after recording and analysis. Repair strategies must be determined based on the cause of damage, and that must be rectified before repair work begins. The vulnerability of earthen structures to water means that there is often a coupling of the damage mechanisms, and there must also be a doubling up of the repair strategies, ensuring both that the current damage is mitigated, and that no further damage will occur.

This paper has argued that the causes of structural problems should be addressed prior to repair and has introduced the notion of *hard* and *soft* repairs. Where it is impossible to address the cause of the problem, then hard repairs to increase the strength and stiffness of the structure should be used. In the case of rammed earth this is currently problematic, with little known about the strength and stiffness characteristics of historic rammed earth. If the cause of the structural problems has been remedied, then soft repairs can be enacted. Soft repairs restore the integrity of the building and should be done using similar or fallen material from the wall.

The role of water in causing damage to historic rammed earth structures has been discussed and it is proposed that the rate of water flow defines if damage will occur to a historic structure. If the rate is sufficiently low, such as is caused by rainfall impact, then significant damage will not occur. If, however an ineffective roof or drainage is present, then the localised flow of water may increase, leading to erosion. Where this is prevented from happening, damage does not occur. Large overhanging eaves are not

present on Ambel's north-east tower, and their absence may have allowed decay of the render, but the building remains sound as an adequate drainage system prevents water from flowing down the face.

The case of Ambel has proved useful in highlighting the holistic approach which is required when conserving historic earth buildings. A detailed understanding of both the current state of the building and the phases of its construction is required before conservation work should be undertaken. This is achieved through systematic survey of the existing structure and detailed understanding of the history through the review of documentary and archaeological evidence to allow the creation of a 'building biography'. Only with such understanding can engineers hope to understand the state of the existing building and provide advice on the structural and fabric repairs which may be required.

Bibliography

Gerrard, C. M. 1999. *Opposing identity: Muslims, Christians and the Military Orders in Rural Aragon*. Medieval Archaeology XLIII: 143-160.

Gerrard, C. M. 2003. *Paisaje y señorío. La casa conventual de Ambel (Zaragoza): arquitectura e historia de las órdenes militares del Temple y del Hospital*. Zaragoza, Institución Fernando el Católico (CSIC).

Hall, M. and Djerbib, Y. 2006. *Moisture ingress in rammed earth: Part 3 - Sorptivity, surface receptiveness and surface inflow velocity*. Construction and Building Materials 20(6): 384-395.

Heath, A., Lawrence, M., Walker, P. and Fourie, C. 2009. *The compressive strength of modern earth masonry*. Proceedings of the 11th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2009), Bath, UK, BRE CICM.

Jaquin, P. 2008a *Analysis of historic rammed earth construction*. School of Engineering. University of Durham. PhD.

Jaquin, P. 2008b. *Study of historic rammed earth structures in Spain and India*. The Structural Engineer 86(2): 26 - 32.

Jaquin, P., Augarde, C. and Gerrard, C. 2007. *Historic rammed earth structures in Spain, construction techniques and a preliminary classification*. International Symposium on Earthen Structures, Bangalore, India, Interline Publishing, Bangalore.

Jaquin, P., Augarde, C. and Gerrard, C. 2008. *A chronological description of the spatial development of rammed earth techniques*. International Journal of Architectural Heritage 2(4): 377-400.

Jaquin, P., Augarde, C., Toll, D. G. and Gallipoli, D. 2009. *The strength of rammed earth materials*. Geotechnique 59(5): 487-490.

Maxwell, G. 2000. *Lords of the Atlas. Morocco:The rise and fall of the House of Glaoua (text written 1966)*. London, Cassel & Co.

Pearson, G. T. 1997. *Conservation of clay and chalk buildings*. Shaftsbury, Donhead Publishing Ltd.

Walker, P., Keable, R., Martin, J. and Maniatidis, V. 2005. *Rammed earth, design and construction guidelines*. Watford, BRE Bookshop.

Warren, J. 1993. *Earthen Architecture: The conservation of brick and earth structures.*, ICOMOS.

Curriculum

Paul Jaquin: Ramboll UK. His PhD research at Durham University focused on historic rammed earth, analysing a large number of buildings in Spain. With Augarde, he proposed an explanation about the behavior of the earth buildings in terms of unsaturated soils mechanics.

Christopher Gerrard: Reader in Medieval Archeology at the University of Durham. He has worked extensively in Aragon and is currently conducting an archaeological survey of the archaeological site of Moncayo in northeastern Spain, together with the University of Winchester and the Documentation Center Territorial Aragon.

Charles Augarde: Charles is a chartered engineer and Senior Lecturer in the School of Engineering at the University of Durham. His main research interests are in numerical analysis of geotechnical and structural problems.

Jacinto Canivell: Architect (ETSA Sevilla, 2001). Jacinto is doing his Ph.D. at the University of Seville, studying historic mud walls of the province of Seville. Currently employed as a researcher in the Department of Architectural Technology II.

SUBSÍDIOS METODOLÓGICOS PARA IDENTIFICAR PAISAGENS EM ÁREAS DE ARQUITETURA DE TERRA

Maria Isabel Kanan
ICOMOS / ISCEAH grupo paisagens
Av. Afonso Delambert Neto 978, apto 104, Florianópolis, SC, 88062-000 BRASIL
Tel. (+55 48) 32320793/99690793; E-mail: isabelkanan@yahoo.com.br

Tema 2: Patrimônio e Conservação
Palavras-Chave: Arquitetura terra, paisagens culturais, identificação patrimônio.

Resumo
Este artigo trata da identificação das paisagens culturais, especificamente aquelas que resultam da interação entre o patrimônio construído de terra, a natureza, e as manifestações culturais. A especificidade da arquitetura de terra devido a sua natureza material, constituída de terra crua, aliada a uma sincrônica relação com o ambiente natural e a cultura vernácula dos saberes construtivos expressam quase que naturalmente um caráter de paisagem cultural a estes ambientes. No entanto, há necessidade de se definir mais claramente quais das áreas com patrimônio arquitetônico de terra se caracterizam pelo seu valor como paisagem cultural. O objetivo desta comunicação é fornecer subsídios para a identificação das paisagens culturais brasileiras em áreas de arquitetura de terra.

1. INTRODUÇÃO

A identificação patrimonial das paisagens culturais marcadas pela presença da arquitetura de terra é um assunto que necessita definir critérios e metodologias para caracterizar, mapear áreas de distribuição, territórios geográficos e culturais, bem como proteger e definir políticas de conservação e desenvolvimento social e econômico desses bens.

A abordagem conceitual de proteção e conservação das paisagens culturais tem-se baseado principalmente nas orientações e posturas ditadas pelo Centro de Patrimônio Mundial a partir de 1992. No Brasil, desde que foi instituída pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) a proteção legal das cidades e sítios por seu valor histórico e paisagístico a questão da paisagem tem merecido atenção. No entanto, o conceito utilizado inicialmente seria mais o de paisagem como envoltório natural e proteção do sitio histórico original do que a questão mais atual de conservação integrada das paisagens e seu desenvolvimento social e econômico sustentável.

A partir de 2007, observa-se que o reconhecimento e a proteção das paisagens culturais brasileiras como bens patrimoniais esta recebendo uma maior atenção, tanto institucional como de pesquisadores. Estão ocorrendo seminários, levantamentos e estudos, projetos que propõe uma abordagem patrimonial integrada para com a preservação cultural.

Fala-se da relação do construído com o patrimônio intangível e o ambiental natural, bem como a organização espacial urbana e territorial, as comunidades tradicionais, os saberes culturais, a consciência ecológico-ambiental, as mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável, e da mesma forma, neste nível de interdisciplinaridade e abordagem, também aparece o enfoque das paisagens culturais. No cenário internacional, através do ICOMOS, e seus comitês, o Centro de Patrimônio Mundial, também o tema da paisagem tem merecido novas reflexões e ações.

Exemplos são a Carta da Paisagem Cultural / Carta de Bagé de agosto de 2007 e a portaria do IPHAN de abril de 2009 que estabelece a chancela da Paisagem Cultural Brasileira.

A carta da Paisagem Cultural define entre outros artigos que a paisagem cultural é o bem cultural, os mais amplo, completo e abrangente de todos, que sua preservação é objeto de operações como identificação, proteção, inventario, conservação, planejamento e outros.

A portaria instituída pelo IPHAN reconhece a paisagem cultural como patrimônio a ser protegido e considera que a proteção da mesma valoriza e preserva de forma mais adequada o patrimônio cultural material e imaterial brasileiro e de maneira mais harmônica a sua relação com o território, a natureza, e ainda traz melhorias para a população entre outros benefícios.

Também são exemplos os estudos específicos de paisagens culturais como o do Vale do Ribeira em São Paulo e o mapeamento cultural do estado de Tocantins

O objetivo deste trabalho é buscar nos estudos e discussões atuais subsídios que ajudem a elaborar e formatar metodologias para um levantamento / e ou mapeamento exploratório das paisagens culturais brasileiras, em áreas de presença arquitetônica predominantemente de terra. A comunicação visa, ainda, ser uma contribuição para com as reflexões e ações que se desenvolvem junto ao Comitê Internacional de Arquitetura de Terra do ICOMOS (ISCEAH), especificamente o grupo de pesquisa das paisagens.

2. RAZÕES PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PAISAGENS CULTURAIS DE TERRA

Observa-se hoje uma grande consciência mundial das instituições internacionais sobre a necessidade de programas e projetos de apoio à preservação do patrimônio arquitetônico de terra baseados em um critério integrado de conservação, métodos e técnicas apropriadas e políticas sustentáveis.

Durante a ultima Conferencia Terra 2008, em Mali, o comitê internacional de terra do ICOMOS reuniu-se e foi proposta a produção on-line de um Atlas global sobre o patrimônio arquitetônico de terra. Com este objetivo devem-se identificar tipologias mundiais e mostrar a gama de estruturas que existem, pois ficou claro para todos na reunião em Mali as ameaças de perda deste patrimônio, sintetizado pelas palavras da vice-presidente do Comitê de Terra, arquiteta Pámela Jerome que diz o seguinte:

“O mundo esta perdendo rapidamente e de forma alarmante sua arquitetura vernácula e isto esta acontecendo devido a uma serie de fatores que inclui a natureza intangível (espiritual) de certos tipos de estruturas que não são facilmente adaptáveis aos padrões modernos de viver.Mas mais ainda ameaçadora é a perspectiva das mudanças climáticas, que vão também alterar / afetar as paisagens e a questão de habitabilidade desses lugares/ paisagens. O patrimônio arquitetônico de terra vincula-se e insere-se no seu próprio ambiente natural (e talvez isto aconteça sempre no caso de arquitetura vernácula), mas isto significa que com a perda de habitabilidade haverá sempre uma perda das estruturas vernáculas que se conectam a uma particular paisagem. Infelizmente talvez isto signifique que muito deste patrimônio vai virar arqueologia e poucos patrimônios vão permanecer como estruturas vivas.”

No Brasil, apesar de que o trabalho de identificação/ inventário do patrimônio cultural brasileiro seja uma ação que se desenvolve já faz muitos anos, não parece haver um

trabalho especifico dirigido para a arquitetura de terra, sua diversidade cultural e suas paisagens. Sabe-se que a arquitetura de terra iniciou-se no período colonial, em vários pontos e concentrou-se, ou preservou-se mais, em determinadas regiões do interior brasileiro. Hoje há cada vez mais pesquisas que aprofundam essa questão, mas ainda faltam estudos que mostrem a distribuição territorial deste patrimônio, suas dimensões, identifiquem seus valores e suas paisagens culturais.

Há então uma enorme necessidade de se pesquisar e identificar o patrimônio construído de terra e suas diversas vertentes históricas, tipológicas, construtivas, geográficas, ambientais, etc. Não só aquele oriundo da colonização e ocupação territorial de planaltos e vales por portugueses, paulistas e outros colonizadores europeus, mas também aqueles caracterizados pela influencia indígena e africana.

A abrangência da preservação ao nível da paisagem cultural é uma saída pertinente para a preservação do patrimônio construído de terra, pois permite a preservação de contextos materiais, imateriais e naturais, de forma integrada, mais completa e agregando valores.

3. METODOLOGIA DA COLETA DE INFORMAÇÕES

Primeiro fez-se contato com colegas, profissionais, instituições para realizar uma coleta de textos, relatórios, dossiês de pesquisas e metodologias de identificação. Contataram-se profissionais e pesquisadores do IPHAN, PROTERRA, ICOMOS, CECI (Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada), CECRE (Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos), FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), UFMG (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Minas Gerais). A idéia seria organizar uma lista de nomes de profissionais e seus emails para solicitar informações. A partir daí achou-se mais interessante elaborar um questionário (ver anexo) para que as informações tivessem uma formatação e facilitassem uma analise posterior.

Elaborou-se um questionário simples que foi sendo enviado através de correio eletrônico. Ao mesmo tempo notou-se que nem todos os contatados respondiam ao questionário, que o uso e a devolução do mesmo preenchido necessitavam mais tempo, e que deveria ser dado mais tempo e continuidade à pesquisa, já que a cada resposta há novas indicações de colaboradores, dossiês, etc.

Em seguida pensou-se em fazer uma analise das informações e propor um trabalho de identificação das paisagens em áreas de arquitetura de terra no Brasil. No entanto, até o momento há doze questionários respondidos dos cerca de vinte e cinco enviados. Devido ao potencial de continuidade do uso do questionário com mais colaboradores, considerou-se esta etapa preliminar. Resolveu-se então fazer uma analise parcial dos resultados alcançados.

4. METODOLOGIA IDENTIFICAÇÃO PATRIMONIAL

Complementando o questionário procurou-se na literatura brasileira subsídios metodológicos específicos para a identificação patrimonial das paisagens culturais, mas ainda são escassos os subsídios encontrados. No texto de Zancheti *et al* (2009, p.1) o método de identificação patrimonial descrito consiste basicamente em três etapas: pesquisa histórico documental, a identificação *in situ*, e a interpretação documental. No de Pontual *et al* (2009, pp.3-4) a metodologia de identificação esta mais detalhada. O primeiro passo seria a identificação preliminar do patrimônio através de visita e a leitura de fontes secundarias. Depois a pesquisa histórica documental seguida de pesquisas da historia oral, etc. A próxima etapa seria o levantamento da estrutura urbana e paisagística.

Os autores explicam que para a identificação de bens patrimoniais paisagísticos deve haver uma ficha padrão que contemple diferentes elementos. Os elementos analisáveis seriam os seguintes:

- Componentes naturais
- Componentes construídos
- Unidades de paisagem
- Estado de conservação
- Problemas

Alem destes elementos detalhados no texto, a metodologia indica que sejam atribuídos valores ao bem, não só os materiais, mas também os valores imateriais devem ser identificados.

No grupo de paisagens do Comitê internacional de Terra do ICOMOS (ISCEAH/ ICOMOS) circulou uma ficha de inventario de Recursos Culturais e Paisagens Culturais de Ladack, gentilmente enviada por um dos membros do grupo Tara Sharma. Os elementos analisáveis foram adaptados e incorporados na proposta feita a seguir. Também foram revistas as metodologias utilizadas pelo Centro de Patrimônio Mundial para os dossiês de candidatura a patrimônio mundial e a ficha proposta pelo comitê de terra para a confecção de um Atlas global.

Como proposta preliminar para um levantamento exploratório das paisagens propõe-se elementos de analise que agreguem as metodologias pesquisadas, mas antes de usá-la / aplicá-la deve se discutir e expandir os itens com o grupo das paisagens do ICOMOS, parceiros e colaboradores da pesquisa. A ficha de levantamento poderia abranger os seguintes itens:

- Identificação (nome, localização, nível proteção, etc.)
- Valor / significância (histórica, arquitetônica, ecológica, etc.)
- Autenticidade/ integridade (preservada, alterada, etc.)
- Componentes naturais (contexto/ áreas de sertão, rios, planaltos, vales, etc.)
- Aspectos históricos formação local (áreas/ territórios sócio culturais, étnicos, etc.)
- Componentes construídos (técnicas de terra, outras técnicas, arquitetura, morfologia, tipologia, etc.)
- Características da paisagem (rural, urbana, arqueológica, cultura viva/ dinâmica, etc.)
- Atividades culturais associadas (romaria, artesanato, gastronomia, joalheria, rituais, saberes, etc.)
- Estado de conservação (bom, satisfatório, sinais deterioração, avançado deterioração, perigo, etc.)
- Fatores que ameaçam/ riscos (natural, falha intervenções, poluição, turismo, planejamento inadequado, etc.)

5. INDICADORES PRELIMINARES E CONTINUIDADE DA PESQUISA

Os resultados obtidos até o momento são uma indicação para realizar um mapeamento exploratório / distribuição territorial das paisagens culturais em áreas de concentração de arquitetura de terra, mas a pesquisa ainda esta em fase inicial e deve continuar, visando expandir e complementar os resultados indicados a seguir.

5.1 Áreas histórico-culturais de distribuição da arquitetura de terra

Não só as áreas históricas culturais reconhecidas, tais como os assentamentos tradicionais luso-portugueses, que se originaram dos ciclos econômicos, como a mineração, movimentos de expansão, mas também aquelas de influência mista entre

a cultura do colonizador, a indígena e a africana foram indicadas na pesquisa e estão sendo identificadas como de valor. Por exemplo, as paisagens das comunidades quilombolas (remanescentes dos quilombos) que surgiram no Brasil colonial. As áreas mais indicadas na pesquisa são os estados de São Paulo, Minas Gerais, mas aparecem também Bahia, Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Piauí.

5.2 Lugares/ pontos significativos do território brasileiro para um mapeamento exploratório das paisagens culturais (segundo as pesquisas até o momento)
Veja na figuras 1 a 5, abaixo, uma relação dos lugares indicados e pelos colaboradores e imagens enviadas:

São Paulo - São Luiz do Paraitinga, Vale do Paraíba, Vale da Ribeira do Iguape, Vilas Bandeiristas, Santana de Parnaíba, Embu das Artes, São Sebastião

Minas Gerais - região do vale do Jequitinhonha (Serro, Diamantina, Minas Novas, Biribiri, Turmalina, etc.), Bichinho perto de Tiradentes, Lavras Novas e outros no município de Ouro Preto, Milho Verde, Tiradentes, Pitangui, São Gonçalo do Rio das Pedras

Goiás - territórios Kalunga (em banto lugar sagrado) / comunidades quilombolas de Vão de Almas, Engenho e outras no interior

Tocantins - Bico do Papagaio, Natividade

Bahia - Cachoeira, Macugê, Lençóis



Fig.1 - Pontos significativos do território brasileiro para um mapeamento exploratório das paisagens culturais





Fig.2 e 3 -Tocantins: Natividade e Araguatins, (Créditos:IPHAN Goias)




Fig.4 e 5 -Território Kalunga, comunidade quilombola Vão de Almas (Créditos: Jorge Campana)

5.3 Principais valores identificados

Natural /ambiental - Ambiência dos conjuntos arquitetônicos, relação indissociável com a natureza, diversidade dos contextos naturais brasileiros

Arquitetônico/urbano – relação integrada do conjunto arquitetônico urbano e a cultura local e com a paisagem natural envoltória que deu origem e se mantém

Técnica construtiva - continuidade viva do uso da terra, técnicas vernáculas e eruditas, técnicas funcionais (relação com o uso), técnicas transmitidas de pai para filho

Cultural - Diversidade cultural dos lugares e das paisagens, cultura local viva, preservação cultural como dinâmica social e econômica

5.4 Principais problemáticas e questões de preservação

Política / Reconhecimento Valor - Ausência de políticas adequadas de preservação cultural, ações especulação patrimônio, turismo sem sustentabilidade, implantação de hidroelétricas, não protegidos devidamente, não compreendidos/ não reconhecidos como patrimônio, não fiscalizados/ monitorados. Desconfiança da estabilidade e durabilidade das técnicas de terra.

Autenticidade/ Integridade - substituição sem critério das técnicas tradicionais de terra por outras inadequadas, intervenção conforme abordagem restauração inapropriada/ nem sempre preservando valores, e gerando impacto negativo. Desaparecimento de mão-de-obra e de modos de fazer especializados.

Social - População alijada dos processos de preservação cultural, dificuldade de inserção e sustentabilidade econômica das comunidades tradicionais no cenário atual.

Conservação - Necessidade de aplicação de uma abordagem integrada de conservação e o tratamento e/ ação diferenciada das ações convencionais. Elaboração de diretrizes e normatizações especifica.

Outros fatores que afetam e põe em risco - Mudanças climáticas e nos modos sociais de habitabilidade e outros fatores são desafios a preservação. Os materiais de terra têm sido extensamente substituídos por materiais cerâmicos, e outros, os quais se mostram totalmente inadequados a conservação “saudável” do patrimônio e a integridade/ sustentabilidade do mesmo.

6. CONSTATAÇÕES FINAIS

Ainda que esta pesquisa esteja em fase muito inicial observou-se grande potencial de colaboradores no Brasil, com conhecimento já acumulado, e que se propõe a continuar apoiando esse projeto de pesquisa. Com a continuidade, teríamos mais adiante resultados valiosos com relação ao patrimônio de terra, identificação de valores e critérios para sua proteção, conservação e sustentabilidade.

Muitos ainda não responderam aos primeiros contatos feitos. É preciso paciência e tempo para motivar, explicar, sensibilizar estes já reconhecidos ou novos especialistas para que continuem a informar e atualizar os dados.

Neste sentido faço um apelo às instituições de preservação como o IPHAN para que apóie o ICOMOS e a UNESCO bem como os pesquisadores nos seus projetos e iniciativas para com o patrimônio arquitetônico de terra e o trabalho de produção de um Atlas global do patrimônio arquitetônico de terra (tipologias e paisagens).

Bibliografia

Flores, R. (2005). A construção em taipa de pilão no Brasil: as Casas Bandeiristas de São Paulo. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, pp. 92-95.

Galvao Junior, J.L. (2007). Pirenópolis, GO in Atlas de centros históricos do Brasil. Org. Jose Pessoa e Giorgio Piccinato, pp. 90-95

Galvao, M.A.F. e Galvao, V.B. (2007). Goiás, GO in Atlas de centros históricos do Brasil. Org. Jose Pessoa e Giorgio Piccinato, pp. 96-103.

IPHAN (1997). INBI, Inventário Nacional de Bens Imóveis, Proposta de Critérios e Normas de Proteção para o Sitio Histórico de Tiradentes

IPHAN (2007). Carta de Bagé. Jornada paisagens culturais: novos conceitos novos, novos desafios.

IPHAN (2009). Portaria 127 Paisagem Cultural

IPHAN (2009). Dossiê Mapeamento do Patrimônio Cultural do Estado do Tocantins, p. 249

Mayumi, Lia. (2008). *Taipa, canela-preta e concreto*. Estudo sobre o restauro de Casas Bandeiristas. São Paulo, Romano Guerra Editora, 1ª edição

Nery, R. da C. (2008). Natividade: paisagem e patrimônio do antigo norte de Goiás, após vinte anos de seu tombamento. Revista Minha Cidade do Portal Vitruvius, v. 10, pp. 217-218

Pontual, V., Zancheti, S., Lira, F., Milfont, M., Harchambois, M., Cabral, R., Piccolo, R., (2009), Identificação e Autenticação do Patrimônio Cultural: o caso do istmo do Recife e Olinda-PE, Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, V. 39, serie 3, pp. 1-9

Rodrigues Filho, R. (2007). El uso de La tierra como elemento constructivo em Brasil: um corto panorama del proceso histórico, manejo, usos, desafíos y paradigmas, Apuntes, V. 20, no.2, pp. 232-241

Segawa, H. (2007). Santana de Parnaíba, SP in Atlas de centros históricos do Brasil. Org. Jose Pessoa e Giorgio Piccinato, pp.158-163

Weimer, G., (2005) *Arquitetura popular brasileira*, Martins Fontes, São Paulo, p. 333.

Zancheti, S., Pontual, V., Piccolo, R. , Carneiro, A.R.S. (2009), Identificando bens patrimoniais em cidades do baixo São Francisco: metodologia e caracterização, Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, V;40, serie 3, pp. 1-9

Agradecimentos
Gostaria de agradecer imensamente aos colaboradores desta pesquisa que responderam com entusiasmo e interesse ao questionário ou prestaram informações: Benedito Tadeu de Oliveira, Carlos Fernando M.Delphim, Célia Neves, Cristiane Gonçalves, Eloísa Petti Pinheiro, Günter Weimer, Jorge Campana, José Leme Galvão Junior, Marco Antonio Rezende, Marcos Reco, Matheus Guerra Cotta, Raquel da Costa Nery, Raymundo Rodrigues, Rosina Parchen, Simone Kimura, Silvio Mendes Zancheti, Stella Brito.

Curriculum
Maria Isabel Kanan, Arquiteta (UFRGS, 1976), Craterre, 1990, ICCROM Course, 1992 e MA em Conservação Arquitetônica, Institute of Architectural Advanced Studies, Inglaterra, 1992. PhD em Ciência da Conservação, 1995, Bournemouth University, Inglaterra. Guest Scholar Getty, 2001-2, bolsa de pesquisa Fundação Carolina, 2005. Pesquisadora independente, e ministrante em vários cursos de pós-graduação.

Anexo: Questionário

Estudo das Paisagens Culturais em áreas de arquitetura de terra
Arq. Isabel Kanan (grupo de pesquisa ISCEAH/ ICOMOS)

Questionário
A presente pesquisa tem por objetivo recolher informações sobre patrimônio arquitetônico construído de terra, visando contribuir com os trabalhos do comitê internacional de terra do ICOMOS (http://isceah.icomos.org/).

Por favor, responda as questões abaixo que você se sente familiarizado ou que possa contribuir. Obrigada.

1) Você poderia identificar lugares, cidades, regiões brasileiras com maior concentração de edificações construídas com técnicas de terra crua?

2) Quais destas áreas poderiam ser identificadas pelos seus valores como paisagem cultural e/ ou mereceriam um estudo maior para avaliar características e significados.

3) Nestes lugares que você listou qual seria o critério de valor mais significativo que você identifica facilmente.

4) Na sua opinião, a preservação e conservação destes lugares apresenta problemas, riscos ?

5) Quais seriam os problemas maiores? Por exemplo:

Estão em lugares remotos.
Não estão protegidos.
Não estão sendo conservados e preservados com critério e de forma integrada.
Seus valores, suas características, suas técnicas vernáculas, saberes, etc. estão desaparecendo.
Outro.

6) Você poderia indicar algum estudo, dossiê, artigo, metodologia, projeto, etc.
Você teria como enviar uma copia? Alguma foto?

7) Você poderia indicar pesquisadores, colaboradores, estudiosos, etc.

8) Você teria alguma outra informação que seja pertinente e possa contribuir para com esta pesquisa?

LA BOVEDA DE BAHAREQUE DE LA IGLESIA DE SAN IGNACIO EN BOGOTA

Cecilia López Pérez
Pontificia Universidad Javeriana.
Facultad de Arquitectura y Diseño, Crr. 7 No. 40-62, Edificio 18. Bogotá- Colombia
Tel: (+571) 3208320, Ext: 2423, Fax (+571) 3208320, Ext:2421.
E-mail:lopez.c@javeriana.edu.co

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabras clave: Bóvedas, bahareque, sistema constructivo

Resumen
Uno de los principales propósitos que tuvieron las comunidades religiosas al llegar a nuestro territorio fue la de adoctrinar a los naturales en la nueva fe. Para facilitar esta labor se procedió a la construcción de iglesias con los materiales y técnicas que conocían los indígenas como el bahareque y dos introducidos por los ibéricos como la tapia y el adobe.

Inicialmente, las iglesias se cubrían con una estructura triangular, llamada de par y nudillo, en madera rolliza o escuadrada sobre la que se colocaba un entramado en cañas amarrado con cuero o cuan (fibra vegetal), sobre ella una capa de barro con cubierta en paja o teja de barro.

Una forma evolucionada de acabado interno de estas edificaciones se dio con la construcción de bóvedas que cubrían la nave central. Edificadas inicialmente en piedra o ladrillo colapsaron por los movimientos sísmicos que sufría nuestro continente, siendo reemplazadas por las construidas en madera ó bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

Ejemplos del desarrollo de estas bóvedas se encuentran documentadas en la costa pacífica, en el Valle del Cauca (Iglesia del Carmen y San Francisco) y la iglesia de San Ignacio en Bogotá.

La iglesia de San Ignacio en Bogotá, es una construcción realizada entre 1600 y 1661 que pertenece a la Compañía de Jesús. Es de una sola nave con capillas laterales, unidas entre sí por arcos fajones apoyados en pilares. Su planta es de cruz latina con cúpula en el crucero. Las capillas laterales están cubiertas por bóvedas vaídas que conforman diferentes espacios.

La nave central está cubierta por una bóveda de cañón con lunetos que iluminan el espacio central, tiene una longitud de 28,43 m y un ancho de 11,00 m. La bóveda está formada por seis secciones construidas con madera, cañas y fibras vegetales apoyadas en siete arcos fajones. En 1691 la iglesia sufre las primeras grietas en la cúpula desplomándose y arrastrando el tramo más cercano de la bóveda.

Estas circunstancias llevaron a que se reemplazara el tramo de la bóveda faltante en 1694, con un sistema constructivo en madera, distinto al empleado en el resto de la bóveda. Adicionalmente, la cúpula ha sido varias veces reconstruida y ha sufrido diversas intervenciones que han afectado el comportamiento de la bóveda de la nave central. Así mismo ha producido desprendimientos en los elementos que forman el intradós y deformaciones a nivel estructural.

A partir del año 2003, la Pontificia Universidad Javeriana se dio a la tarea de hacer la restauración de la iglesia; por lo cual se hizo necesario el conocimiento del sistema constructivo de la bóveda original y la parte intervenida de manera que se pudiera corregir las patologías que viene presentando.

En el presente artículo se presentara los resultados encontrados en la investigación desarrollada por el grupo GRIME (Grupo de investigación en materiales y estructuras) en esta bóveda y las recomendaciones para su intervención.

1. GENERALIDADES

Para afianzar el proceso de dominio de los territorios conquistados en Colombia, los ibéricos fundaron poblaciones que les permitieron consolidar su autoridad entre la población sometida y sus áreas de asentamiento. Es así como al llegar los españoles, a la actual zona andina, encontraron cerca de 300 caseríos de indios Muiscas, los cuales fueron reagrupados en nuevos grupos urbanos a la manera y tradición española. Mientras los conquistadores tomaban posesión de las tierras fundando poblaciones y estableciendo haciendas, los religiosos se ocupaban de adoctrinar a los indígenas en la nueva fe.

Las iglesias colombianas al igual que las europeas propiciaron el nacimiento de formas eficientes de organización social y de participación en torno a lo sagrado, que se vio reflejado en la construcción de setenta mil templos (Gil Tovar, 1983) en los tres siglos que duro la colonia. A su alrededor se generaron otros usos complementarios a la actividad religiosa como colegios, conventos, seminarios, hospicios y hospitales. Dando origen a poblaciones y desarrollos urbanos (Sornoza, Salazar. 2001, p.92).

Durante este periodo, los servicios que actualmente ofrece el estado, fueron prestados por las comunidades religiosas a través de sus misioneros, frailes y monjas dedicadas a la educación así como el cuidado de enfermos, ancianos y niños. Durante la colonia la iglesia cumplió la función de ente aglutinador de la comunidad, punto de referencia y encuentro en la vida cotidiana de la época.

Los núcleos urbanos estaban formados por el templo, la casa cural, las capillas posas y el rollo (luego cruz atrial) (Arango, Silvia. 1993, p. 62), la plaza o atrio a cuyo alrededor se edificaban las construcciones de encomenderos, capitanes y caciques de cada región. Estas poblaciones poseían disposiciones y ordenanzas que determinaban su ubicación y características tanto espaciales como formales.

Inicialmente, las iglesias se cubrían con una estructura triangular, llamada de par y nudillo, en madera rolliza o escuadrada sobre la que se colocaba un entramado en cañas amarrado con cuero o cuan (fibra vegetal), sobre ella una capa de barro con cubierta en paja o teja de barro.

Una forma evolucionada de acabado interno de estas edificaciones se dio con la construcción de bóvedas que cubrían la nave central. Edificadas inicialmente en piedra o ladrillo colapsaron por los movimientos sísmicos que sufría nuestro continente, siendo reemplazadas por las construidas en madera ó bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

Ejemplos del desarrollo de estas bóvedas se encuentran documentadas en la costa pacífica, en el Valle del Cauca (Iglesia del Carmen y San Francisco) y la iglesia de San Ignacio en Bogotá, que es una construcción realizada entre 1600 y 1661 que pertenece a la Compañía de Jesús.

2. LAS BOVEDAS

Un nuevo paso de acabado interno de los templos, se dio con la construcción de bóvedas. Estas se construían en madera rolliza o escuadrada las cuales cubrían la nave central o las capillas anexas a la nave principal y se decoraban con elementos en yeso o madera. Paralela a estas se desarrollaron las construidas en bahareque. Las bóvedas de bahareque resultaron una solución adecuada y práctica para nuestro medio ya que por su flexibilidad soportaban mejor los sismos.

2.1 Bóvedas en madera

Las bóvedas de cañón en madera son aquellas que mantienen su obra de fábrica arqueada, formando un techo o cubierta en este material. Su construcción se basó en los cánones establecidos en el tratado de Sebastinao Serlio, Philibert D´Lorme el alarife Diego López de Arenas, el fraile Andrés de San Miguel y el maestro Rodrigo Alvarez. Ejemplo de este tipo de bóvedas se encuentran en España realizadas por los Agustinos Descalzos como la Capilla del Desamparo de Cristo en el Convento de Madrid; en la Ermita de Nuestra Señora del Prado en Talavera y en el Convento de los Agustinos Descalzos en Salamanca.

En Latinoamérica, se encuentran en Méjico en el templo y ex convento del Carmen en el Distrito Federal. En Brasil, en el Colegio de los Jesuitas (hoy catedral de Bahía) (Segre, 2009) y en el convento de San Francisco de la misma ciudad. En Ecuador, en la iglesia de San Francisco en Quito (Navarro, 2009) y en Bolivia la Catedral Metropolitana de Santa Cruz de la Sierra.

En Colombia, en el centro histórico de la capital se han referenciado ocho bóvedas construidas en madera (Tabla 1) y la cúpula de la Iglesia Mayor de Villa de Leyva construida con el mismo material.

Tabla 1. Iglesias menores que tienen bóvedas en el centro histórico de Bogotá

IGLESIAS		
TIPO IGLESIA	ORDEN	BOVEDA
Iglesia de Santa Clara	Clarisas	X
Iglesia de La Concepción	Capuchinos	X
Santuario Nuestra Señora del Carmen	Salesianos	X
San Agustín	Agustinos	X
La Candelaria	Agustinos Recoletos	X
San Ignacio	Jesuitas	X
Ermita de la Tercera	Franciscanos	X
San Juan de Dios	Orden hospitalaria de San Juan de Dios	X

2.2 Bóvedas en bahareque

Sobre el uso del sistema de bahareque en bóvedas, sólo se han encontrado referencias a nivel latinoamericano. El bahareque, es un sistema constructivo de origen prehispánico el cual es una mezcla de madera, cañas y tierra usado en muros y cerramientos.

A esta técnica se le ha denominado quincha, bajareque o bahareque a nivel latinoamericano (Instituto Eduardo Torroja, 1986) para en paredes, tabiques, columnas, pilastras, arcos y torres sino como sistema constructivo para cubiertas, bóvedas y cúpulas. Esta técnica parte de una estructura de madera o cañas que se trenzan formando una membrana extendiendo sobre las caras laterales un recubrimiento en barro, cal o yeso mezclado con agua. Este sistema se emplea actualmente en países como Perú, Bolivia, Ecuador y Chile denominado quincha y fajina en Uruguay (Arbelaez Camacho, 1967, p. 270-271).

En Colombia, se han encontrado bóvedas con este sistema en el Valle del Cauca en la Iglesia del Carmen y San Francisco. La iglesia del Carmen de Popayán presenta amarres en cuero y la de San Francisco está formada por camones, y entramado en caña brava con una capa de barro (Archivo Dirección de Patrimonio). Adicionalmente deben incluirse también las iglesias de San Ignacio en Tunja y Bogotá. La Iglesia de San Ignacio en Tunja fue desmontada entre 1969 y 1971 en la intervención de

Acevedo Quintero quien considero que la bóveda y el crucero eran agregados de la edificación razón por la cual actualmente no existen.

3. LA IGLESIA DE SAN IGNACIO

3.1 Localización y descripción arquitectónica

La Iglesia de San Ignacio (Figura 1) se localiza en la calle 10 con carrera 6 en Bogotá. Está conformada por una sola nave con capillas laterales, unidas entre sí por arcos fajones apoyados en pilares. Su planta es de cruz latina con cúpula en el crucero. La cubierta de la nave es una bóveda de cañón, con lunetos que iluminan el espacio central. La bóveda tiene una longitud de 28,4 m y un ancho de 11,0 m. Las capillas laterales están cubiertas por bóvedas vaídas que conforman diferentes espacios (Arbeláez Camacho, 1967, p. 270-271).

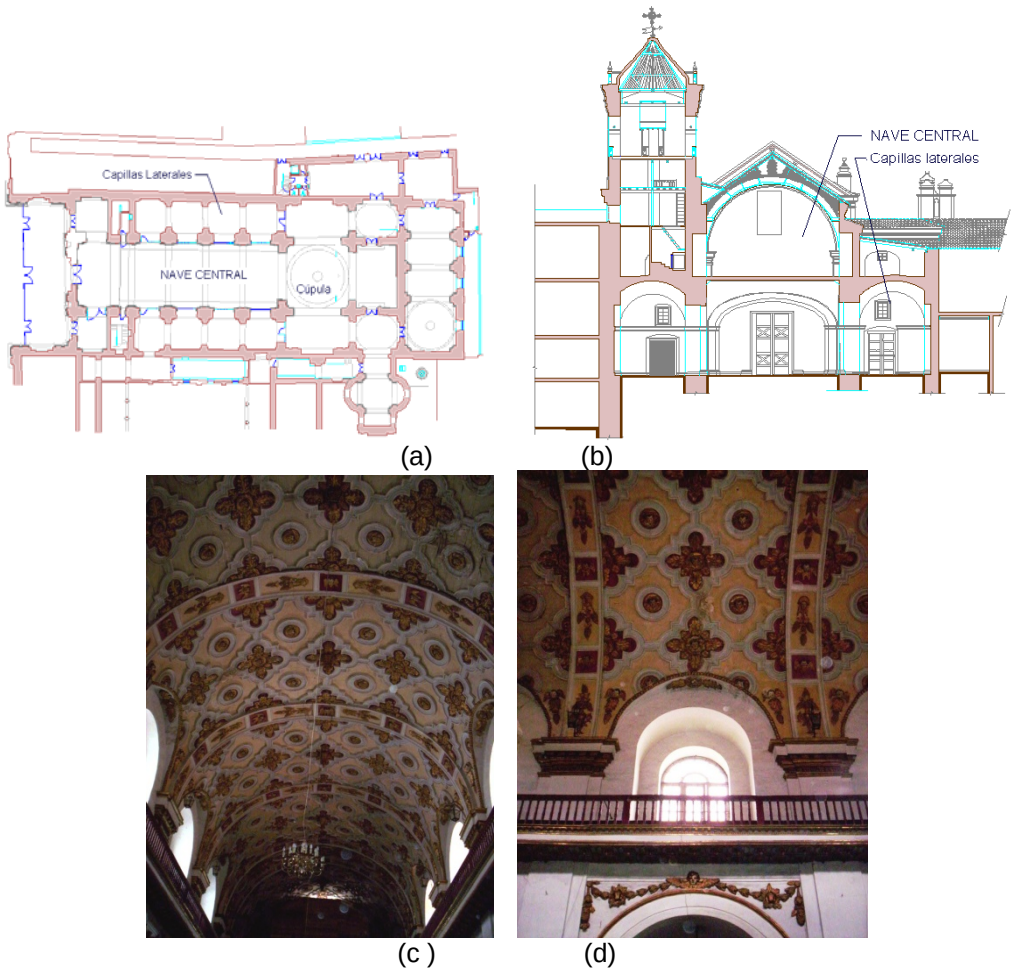


Figura 1 – (a) Planta; (b) corte de la iglesia de San Ignacio; (c) Vista de la bóveda; (d) Luneto (Fuente: Instituto Carlos Arbeláez Camacho y autores)

La fachada presenta una distribución clásica (Renteria Salazar, 2001, p. 16) diferente a la que hasta la época se empleaba. Es simétrica, diseñada con dos torres de la cual sólo se construyó una. Su composición posee elementos horizontales (cornisas) y verticales (pilares o columnas dobles) que forman tres cuerpos. Entre las dos columnas hay tres nichos que no poseen ninguna imagen. Al costado occidental de la fachada se encuentra la torre, donde están las campanas. En el cuerpo central se halla una puerta de madera de dos hojas, aldabas y botones en bronce, se remata este cuerpo con un frontón moldurado.



Figura 2 – Iglesia de San Ignacio (Fuente Arquidiócesis de Bogotá)

3.2 Evolución constructiva

La primera referencia sobre la construcción de la iglesia se encuentra en el año 1610, cuando bajo la dirección del padre Coluccini se inicia la construcción. Luego para 1611 y 1612, se documenta la finalización de la cimentación y la aparición de los primeros muros (Rentería Salazar, 2001, p. 102-103).

Durante este periodo fue un activo colaborador de la obra el padre Pedro Pérez. En 1585 Pérez había trabajado como ensamblador y superintendente de las obras de la iglesia de Córdoba-España, donde estuvo laborando hasta 1607, luego se traslado a la Nueva Granada en Mayo de 1612 (Renteria Salazar, 2001, p. 105). El padre Pérez vivió y colaboró con Coluccini en la construcción (Rentería Salazar, 2001, p. 102) En 1611 se reportó que hasta antes de la llegada del padre Pérez se respetò la traza original de la cimentación, pero cuando el llegó hubo cambios volumétricos en los arcos, bóvedas, en las alturas y en los espacios que se abrían hacia la nave central (Rentería Salazar, 2001, p. 111)

Para 1616, el padre Manuel de Arceo comentaba sobre lo suntuosa que era la edificación. Estaban construidos los arcos de la iglesia y una de las capillas laterales estaba terminada. La construcción continua, pero dos de los cuatro arcos torales se vinieron abajo y tuvieron que ser reconstruidos para continuar con la obra. Para 1620 se suspende la obra (Pacheco, 1989, p. 112).

La obra reinicia trabajos en 1627 y para 1635, el templo fue consagrado y dedicado a San Ignacio, fundador de la orden Jesuita. Pero faltaban por construir la capilla mayor, el crucero y la cúpula.

Entre el año 1639 y 1690, se da el inicio a la venta de capillas empleadas como mausoleos para familias. Para 1691, el templo se encontraba completo. Durante este año se presentó un temblor que averió la cúpula. Según lo relata el padre Pacheco el 23 de Abril de 1691 se vino abajo la mitad de la cúpula cayéndose el primer tramo de la bóveda de bahareque. El hermano Juan Bautista Milán llegó de Italia para dirigir la reconstrucción de la obra quedando terminada tres años después (Pacheco, 1989. Capitulo VIII, p. 120).

En el terremoto del 18 de Octubre de 1743, quedo la cúpula nuevamente deteriorada, por lo cual fue necesario descargarla para su reconstrucción. El 10 de Septiembre de 1763, vuelve a caerse la cúpula. En 1800, el virrey Pedro Mendinueta advierte que es necesario la reconstrucción de la cúpula, para ello comisiona a Bernardo Anillo quien diagnostica que no es necesario descarga la cúpula sino ceñirle una cadena de hierro de forma perimetral (Pacheco, 1989, p. 383-384). En 1804, el padre Fray Domingo de Petres la reconstruye de nuevo, siendo la cúpula actual. En 1975, mediante el Decreto 1584 se declara el templo como monumento nacional.

3.3 Sistema constructivo

El sistema estructural es en mampostería realizado con técnica mixta de piedra y ladrillo cocido, el espesor aproximado es de 1,75 cm. Los pilares son macizos en ladrillo cocido. Los entrepisos en el coro y los corredores de laterales de la nave central son en madera. Se encuentran en regular estado de conservación por falta de mantenimiento. Los pisos son en arcilla cocida y tableta de cemento

La cubierta es a dos aguas en la nave central, formando una estructura triangular. La estructura es de madera, rolliza de pares y tirantes, con un diámetro aproximado de 15 cm, apoyadas sobre los muros. Sobre esta estructura hay un entramado en chusque, amarrado con cuan trenzado, sobre esta se encuentra una torta de barro.

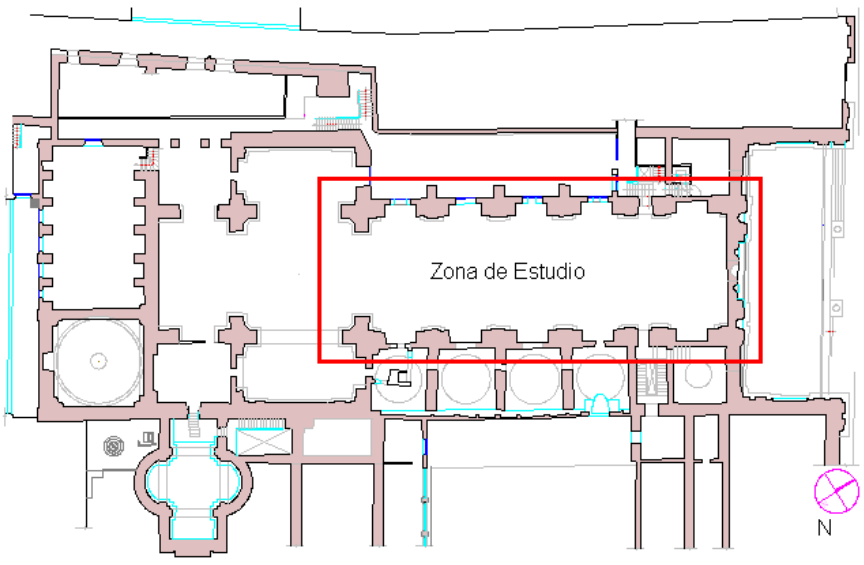
Como acabado final de cubierta, en la nave central, se encuentra la teja de barro. Sobre el sector oriental, que colinda con el Museo de Arte Colonial, se sustituyó el chusque por teja Onduline. Este sistema ha provocado deslizamientos de las unidades de teja de barro, provocando filtraciones en las áreas internas de la cubierta y pudrición en los elementos que conforman la estructura.

Como elementos complementarios a la cubierta se encuentran las canales metálicas que fueron parcialmente sustituidas en 1998. Esta instalación fue mal realizada por lo cual se empezaron a presentar filtraciones en los muros del costado occidental. Estos fueron sustituidos junto con la cubierta total en los años 2006-2007.

Interiormente, se conserva el altar mayor, desarrollado por Diego Loessing. Adicionalmente se encuentra imaginería, tallas y pintura de caballete en diferentes altares de los siglos XVII y XVIII de diferentes autores como: Gregorio Vázquez, los Figueroa, Antonio Acero de la Cruz y Pedro Laboria.

3.4 La bóveda de San Ignacio

La bóveda que cubre la nave central es de cañón con una altura aproximada de 5,5 m, 11,0 m de ancho y 28,43 m de longitud, construida en madera, caña, barro y cal. Los ornamentos son tallados en madera. Está formada por seis tramos y siete arcos formeros, que tienen de ancho de 5 m a 6 m, excepto el tramo 2 que tiene un ancho de 1,70 m.



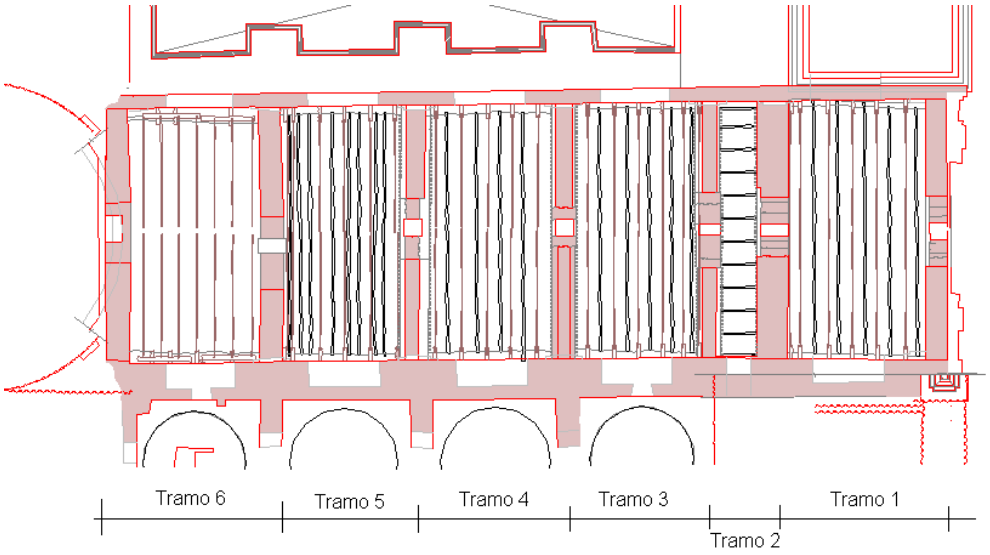
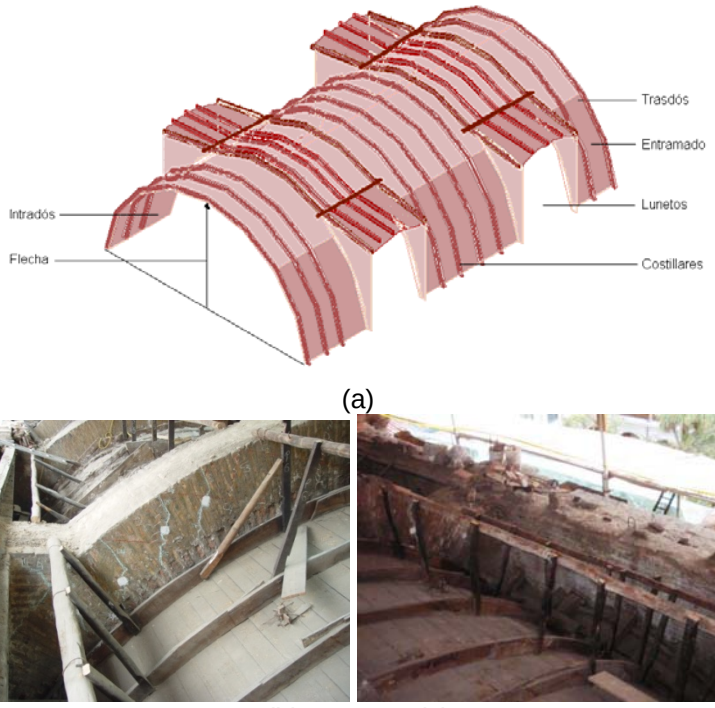


Figura 3 – Planta de la iglesia de San Ignacio

Los tramos 1 a 5 son los más antiguos construidos en bahareque y el 6 por el colapso de la cúpula es de manufactura distinta (madera) y más reciente que los otros cinco.

3.4.1 Bóveda de madera

La bóveda ubicada a lo largo de la nave central se apoya en las cornisas de los muros de mampostería perimetrales. La estructura portante está formada por costillares constituidos por la unión de piezas de madera (camones). El intradós o cara interna de la bóveda se forma con planchones de madera de 0,15 m x 0,025 m. Los lunetos o ventanas que iluminan la nave se forman igualmente con planchones. La cara interna está decorada con elementos de yeso o madera, con motivos florales o poliformes.



(a)

(b) (c)

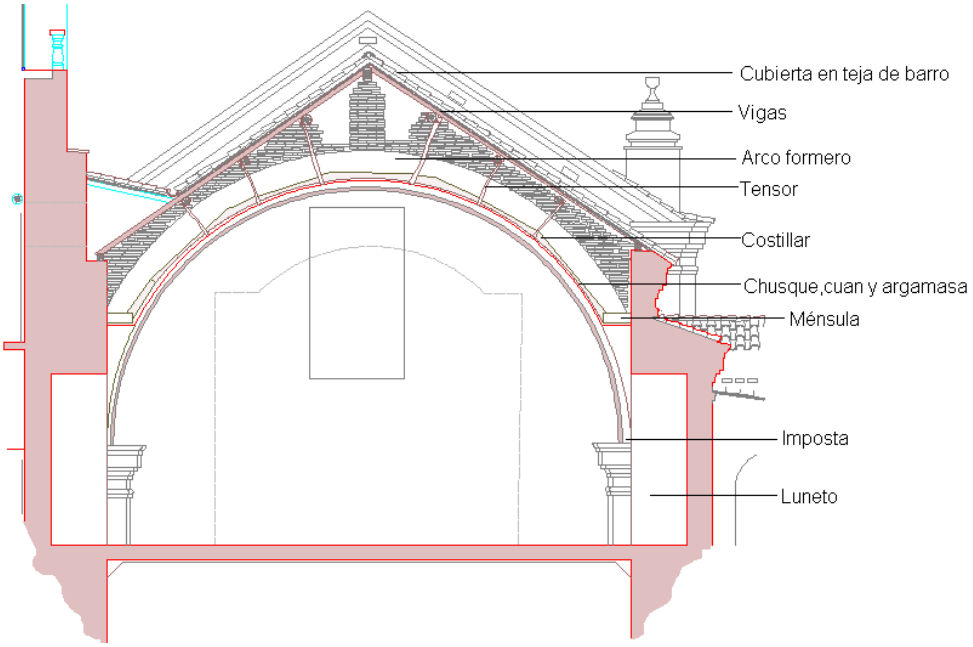
Figura 4 – (a) Elementos que forman la bóveda de madera; (b) y (c) Imágenes de la bóveda en madera

3.4.2 Bóveda de bahareque

3.4.2.1 Elementos de los tramos 1 a 5

Los tramos 1 a 5 están formados por los siguientes elementos:

a) Costillares, que es la estructura de madera formada por camones.
b) Camones: pequeñas piezas de madera traslapadas entre sí que forman un costillar.
c) Tensores: Elementos de madera que unen los costillares con las vigas de cubierta.
d) Chusque: Caña delgada que forma la curvatura de la bóveda en los tramos más antiguos.
e) Cuan: Fibra de origen vegetal que sirve de amarre.
f) Argamasa: Barro y cal, que sirve de unión de todos los elementos.
g) Ménsulas: Sirven de apoyo a la bóveda. Tienen una sección de 20 x 20, empotradas al muro portante que conforman la nave central.



(a)



(b)



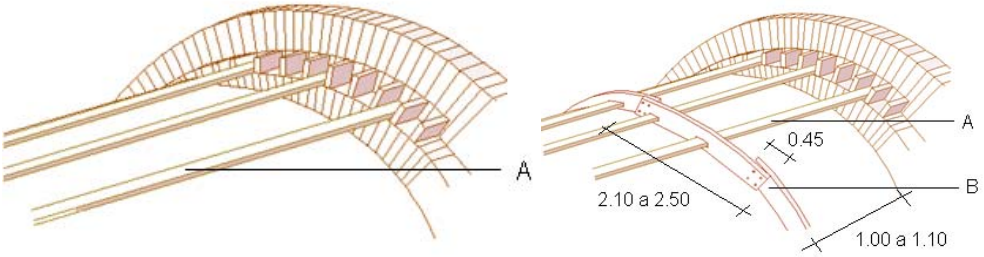
(c)

Figura 5 – (a) Elementos que conforman la bóveda de bahareque; (b) y (c) Imágenes de la bóveda de bahareque

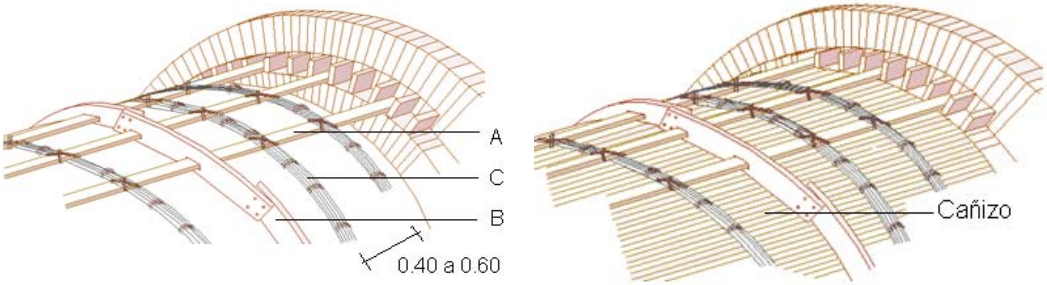
3.4.2.2 Sistema constructivo
La estructura está formada por:

a) Siete arcos formeros en ladrillo que tienen la parte superior dentada.
b) Se colocan piezas (durmientes) de 5 cm de alto por 2,5 cm de ancho de madera que van de arco a arco formero apoyados sobre la parte dentada del arco (pieza A). Estas piezas sirven de soporte a los costillares y cumplen una función estructural, ya que evitan su desplazamiento.

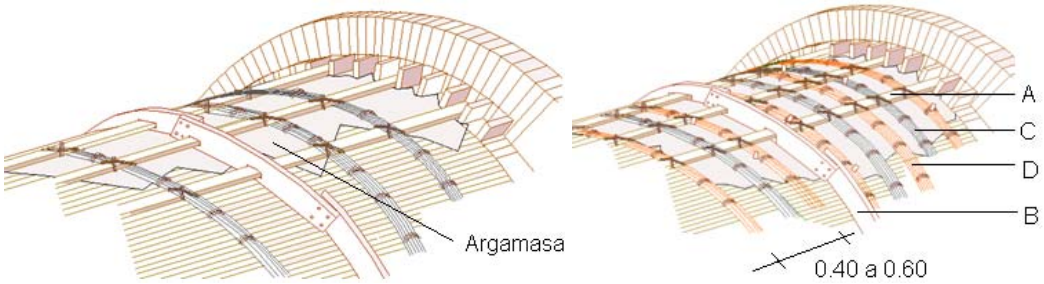
c) Se arman los costillares con camones de 0,25 m a 0,30 m de altura, una longitud de 2,10 m a 2,50 m y traslapos aproximados de 0,45 m (pieza B). A los camones se les dejan pases o huecos por donde se pasa la pieza que va apoyada en la parte dentada (pieza A). Los costillares tienen una distancia entre sí de 1,00 m a 1,10 m.



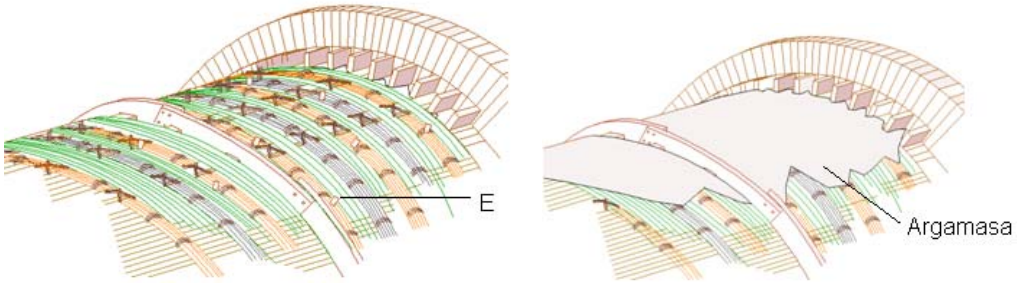
d) Se forman manojos de 8 chusques[1], amarrados con cuan[2]. La longitud del manojo es de 6,10 a 6,30, con traslapo entre manojos de 1,10 a 1,30.
e) Se amarra a la pieza A la primera capa de manojos de chusque, trenzándolos (pasan por encima o por debajo de la pieza A) dejando un espacio de 0,40 cm a 0,60 cm aproximadamente (pieza C).
f) A la pieza C, se amarra en sentido perpendicular el cañizo formado por chusque amarrado con cuan uno junto al otro. Este cañizo distribuye los esfuerzos hasta la base de apoyo en las ménsulas.



g) Se coloca sobre el cañizo una lechada de argamasa (tierra-cal) que forma en el intradós de la bóveda una capa rugosa.
h) Por el extradós, y sobre la pieza A, se coloca y amarra con cuan la segunda capa de manojos de chusque (pieza D). Este debe ir traslapado al manojo de abajo, en distancias similares.



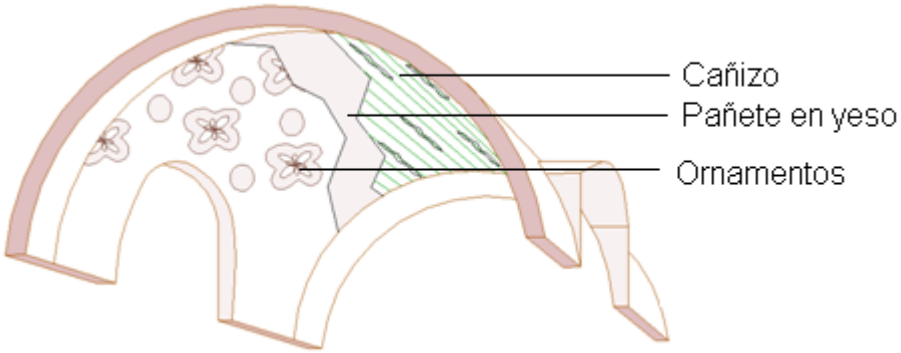
i) Paralelo al manojo o pieza D, se coloca un cañizo formado con chusque (pieza E).
j) Sobre esta pieza se coloca una argamasa que es una mezcla de tierra y cal que cubre y protege todas las piezas que se encuentran en el extradós.



k) Toda esta estructura está colgada de las vigas que forman la cubierta mediante tensores de madera fijados con clavos de forja. En algunos casos se encontraron amarres adicionales con cuan.

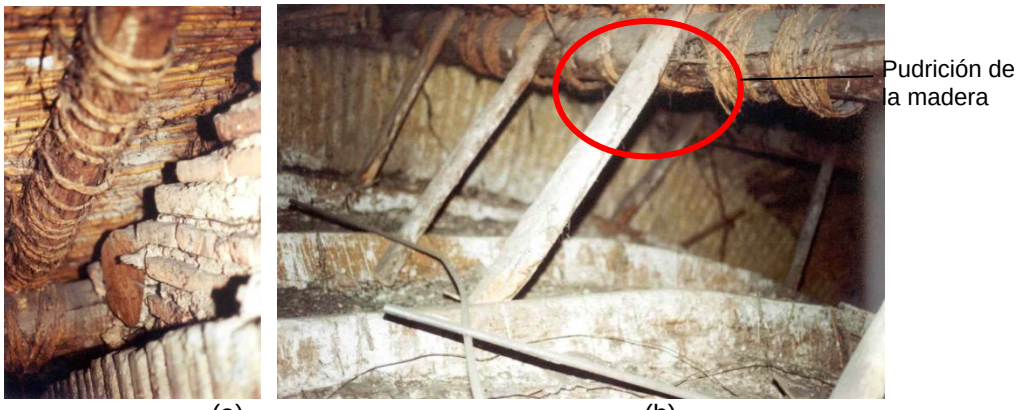
3.4.2.3 Acabado

En el intradós sobre la superficie rugosa formada por la lechada se colocaba un lienzo y sobre él se aplicaba el pañete de acabado con yeso. Finalmente, se instalaban las piezas y ornamentos de madera que tienen un pin o pata de anclaje que se amarra al extradós de la bóveda.



Para sostener toda esta estructura existen unos tensores, que se colocan para sostener los camones en el momento de su construcción, y van desde los camones hasta las correas o vigas. En principio, y a la luz de los análisis realizados estos tensores no tienen una gran responsabilidad estructural para las cargas de trabajo.

4. PATOLOGIAS ENCONTRADAS



(a) (b)

Figura 6 – (a) deterioro de los amarres y (b) pudrición de las vigas

En San Ignacio la cúpula sobre el altar colapsó, arrastrando el tramo más cercano de la bóveda (tramo 6); por lo cual, tuvo que ser reemplazada con una bóveda en madera. Sin embargo, las maderas empleadas en esta intervención no poseían la

inmunización ni el tratamiento adecuado por lo que este sector, ha empezado a afectar los otros tramos (1 al 5) de la bóveda original.

5. CONCLUSIONES

Una forma particular de acabado interno de las iglesias se dio mediante la construcción de bóvedas en madera y bahareque en diferentes regiones de nuestro territorio. Las dos tienen componentes constructivos y comportamientos estructurales diferentes. En San Ignacio, se encontraron dos sistemas constructivos uno en bahareque y el otro en madera.

Las bóvedas de bahareque por considerarse de inferior calidad han sido desmontadas desconociendo las propiedades estructurales que el sistema de bahareque posee. Lo que hace necesario, que quienes tienen a su cargo la intervención de este tipo de edificaciones analicen, ojala en grupos interdisciplinarios de estudio, todas las variables constructivas de estos sistemas con el objeto de realizar restauraciones que se ajusten no sólo a los requerimientos estéticos, sino tengan en cuenta las características estructurales.

Bibliografía

Arango, Silvia (1993). *Historia de la arquitectura en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Arbeláez Camacho, Carlos; López, Sebastián (1967). La Arquitectura Colonial. *Historia Extensa de Colombia*. Bogotá: Ed. lerner.

Gil Tovar, Francisco (1983). *Historia del arte colombiano*. Volumen VI, Barcelona: Salvat editores.

Instituto Eduardo Torroja (1986). *Informes de la Construcción*. Vol. 37, No. 377.

Pacheco, Juan Manuel (1989). *Los Jesuitas en Colombia: capitulo XV, los templos jesuíticos,* Bogotá D.E, oficina de publicaciones de la Pontificia Universidad Javeriana, Julio 1989.

Pacheco, Juan Manuel (1962). *Los Jesuitas en Colombia: Las primeras fundaciones.* Tomo I y II. Bogotá: Editorial San Juan Eudes.

Rentería Salazar, Patricia (2001). *Arquitectura en la Iglesia San Ignacio de Bogotá. Modelos influjos, artífices: Coluccini, arquitecto de la iglesia de San Ignacio Bogotá*. Bogotá: Editorial Ceja.

Sornoza, Salazar, Ricardo (2001). Papel del espacio urbano en el fortalecimiento de la conciencia de lo público. *Revista Palabra* clave No. 4.

Notas

1 Caña delgada de la familia del bambú
2 Fibra vegetal que se obtiene en los lagos. Se teje formando cordones y trenzas con los que se amarra

Agradecimientos

La autora desea agradecer la colaboración de la Vicerrectoría Académica de la Pontificia Universidad Javeriana por la financiación del proyecto “Análisis de bóvedas hechas en madera en templos coloniales bogotanos”).

Curriculum

Cecilia López Pérez, Arquitecta (UGC 1989), restauradora (PUJ 2000), docente de pregrado del Departamento de Arquitectura y posgrado en la Maestría en Patrimonio Cultural y territorio. Directora de tesis de maestría e investigadora principal del grupo GRIME- Grupo de investigación y materiales- de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

CONSERVATION AND THE EVOLUTIONS OF A SOCIETY, THE EXAMPLE OF GHADAMES, LIBYA

Yann Damiani
Architect - CRATerre
ENSAG- Ecole Nationale Supérieure d'Architecture
60, avenue de Constantine, 38036 Grenoble
E-mail: yanndamiani@gmail.com

Grégoire Paccoud
Architect - CRATerre
ENSAG- Ecole Nationale Supérieure d'Architecture
60, avenue de Constantine, 38036 Grenoble
E-mail: gregoire.paccoud@gmail.com

Theme 3: Techniques, construction, research and development
Key words: world heritage, conservation, know-how and knowledge.

Abstract
The present paper intends to address Ghadames Old Town (Libya), world heritage property since 1986. It is based on the conservation and valorisation program undertaken by CRAterre with the local authorities between 2007 and 2009. Thus, several training sessions, building projects and logistic activities were undertaken during 2 years. One the critical activities in this isolated city was the installation of a large brickyard so as to produce enough adobes for the large conservation project. The description of the steps and conditions to implement this brickyard is the starting point of the paper. The analysis of the evolutions of this specific activity from traditional to semi-industrial practices, leads to the issue of conservation in a quickly evolving society. The research of the causes of these changes questions the impact of political, economical and cultural changes on the conservation policies in Ghadames.

Starting from the evolution of adobe brick production in Ghadames, this very theoretical question is enriched with answers from the field and is turned towards the recurring issue of the adaptation of earthen heritage to contemporary uses. However, the content of this paper concentrates on the experience of Ghadames.

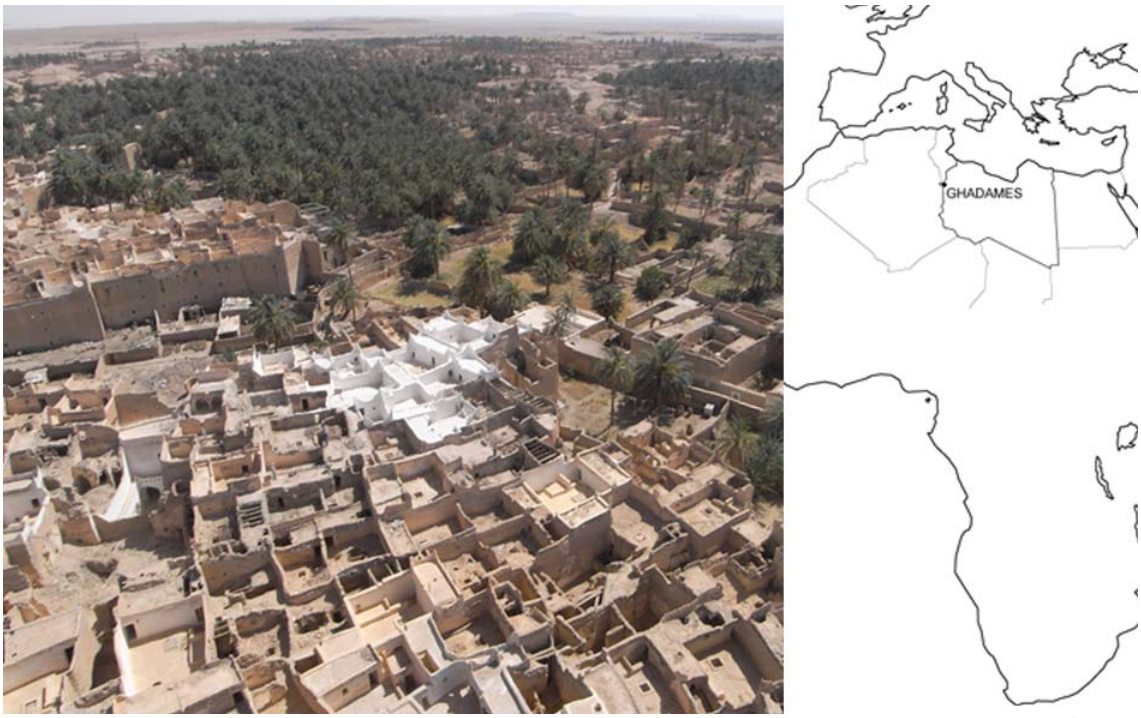


fig.1 : Ghadames, ancient city and palm grove, surrounded by the desert. (credits : Grégoire Paccoud, CRAterre, 2008)

1. INTRODUCTION

The Old Town of Ghadames is an outstanding earthen city in a palm grove, located in the sahara very near the border between Libya, Algeria and Tunisia. It is known for its density, with streets fully covered by the houses, and for its irrigation system that brought water from the Aïn El Faras spring to the entire palm grove, up to 2km away. The old town is entirely built in adobe, with an average height of 10 meters. This masterpiece of adaptation of people to their environment was left 30 years ago by all its inhabitants, who were offered modern houses in the new city nearby. Together with the loss of Aïn El Faras spring and a lack of economical activity — slavery was the main activity until the mid 18th century, this led to a decay of the old town. The condition of the buildings decreased and know-how began to disappear, especially after the Old Town was evacuated 30 years ago, when a new city was built at its doors. The inscription as World Heritage Property in 1986 is a turning point, and since year 2000, after a decade of international blockus on Libya, international and local actions have tried to collect, keep and rebuild the know-how of Ghadamsi unique architecture.

7 main streets constitute the skeleton of the Old Town's social and physical organization. However, it is composed of 2 main parts, each corresponding to one tribe — Beni Walid and Beni Wazit. Tribal system is the basis of libyan power. It operates in parallel to institutional authorities. However, it has been and is still used by M. Khadafi to rule the country. In this system, each individual is primarily identified as a member of his tribal community. Each tribe representative tries to get the best, politically and economically. This mechanism makes the understanding of power games more difficult. It also complexifies any intervention involving local population.

The past economical activity, based on gold and slavery, was shared between tribes who took part to the caravan trade. Yet, as Libya benefits from hydrocarbon exploitation, it's economy changed scale over the last decades and is now ruled at the state level. Caravan trade was geographically fragmented and resulted from a power balance between tribes, while today's hydrocarbon based economy is centralized and

powerful. This economical gap allowed a planning policy, thus modifying social organization as well as economical organization and allocating heavy resources to big projects on a short-term basis.
CRAterre intervention in Ghadames conservation project is inscribed in this big projects' framework. State's funding are difficult to reach and when obtained, they shall be used within a short time to achieve visible results.

The request received by CRAterre was to establish a human and material environment as well as an organization prone to allow a quick development of maintenance, renovation and refurbishment of the old town of Ghadames.
In such a background, the huge needs in adobes, which is the material used for the works, entailed the set up of an efficient semi-industrial brickyard. This implementation was one of the numerous activities led in Ghadames. It will be detailed because it's the most representative of the engaged changes and of the associated issues.

Bricks production slowed down and related know-how decreased since the old town was abandoned 30 years ago. They were quickly updated and adapted to the new mechanism directing libyan economy. This change resulted in the transition from traditional production to a mass production logic.

2. ADOBE BRICK - TRADITIONNAL PRODUCTION - "USING THE PALM-GROVE'S RESOURCES"



fig.2 : Optimization of local resources : adobe production in the palm-grove to progressively build a high density urban pattern. (credits : Thierry Joffroy, CRAterre, 2008)

The physical environment in which adobe production took place is made of the palm-grove's orchards, used for both growing and breeding. Irrigation channels distributes water to these barren lands, turning them into living gardens. Aïn El Faras (the mare spring) is the heart of this complex system that has watered plots more than 2 km away from the spring. A rail system overlaid on this irrigation system distributed the plots of

land. This whole spatial organization, partly guided by topography, is still visible.
The edification of fence walls around the plots turned the rail system into a true labyrinth, often highlighted as a major piece of the ghadamsi defense system. It seems the city's development originated from this rail system. Fence walls along the paths can be used as a base for lean-to sheds and other buildings for gardening and breeding uses, which turn into houses that get over the space that became then one of the covered street of-the actual city. The density induced by this interweaving of the buildings is an efficient answer to the rigorous Saharan climate.

Earth for the bricks and the floors, wood for the beams, stone for the foundations, gypsum for the arches and finishes : all these building materials are available at close range in and around the palm-grove. This proximity limits handling efforts needed to transport the materials to transformation areas and to the work-site.
In the gardens, a good quality soil and a constant supply of water allowed to produce adobes directly in the plot were the building had to be erected, or at least close to it. Growing and breeding supplied vegetal fibres and organic stabilizers, that were used to perfect the mix used for adobe production. The palm-grove environment, protected from the winds and shaded by palm trees and other trees, provides optimal conditions for the adobe drying.
Time constraints linked to adobe production(2) and the farmer's way of life implied a temporal tasks organization, structured by the seasons' pace.
Heat during the summer and weakness of the earthen mixes used during autumn lead to think that this period was dedicated to other activities than building. It is also the time of ramadan and the time of dates' harvesting, which is the main resource of the palm-grove.

Building period might have last over winter and spring, until the beginning of the summer. This is also, paradoxically, the caravans time. Taking advantage of a lesser heat, soils destined to specific uses were left soaking during a caravan trip, several weeks or months. One can imagine in such a domestic economy framework, with defined temporalities, that adobes were moulded and left to dry the time of a caravan trip.
As basic materials (soil, water, vegetal and animal stabilizers) are available to each household, the home economics' framework presently suggested seems to be the most likely. However, it hasn't been verified by interviews or literature. A trading economy is also possible, in which some families own the lands and soils proper for adobe production. They produce and sell adobes. Although it is less conditioned by paces, temporality is still hinging upon decisive quality specifications. These specifications are mainly related to drying (too quick in summer) and infestation(3) in autumn
That production, which is constrained by seasons and limited to human scale labor, induced an adobe production fitted with the production capacity of the palm-grove. All along this very constrained process, the chain of tasks is comprehensible, allowing easy transmission by speech and gesture.

3. ADOBE BRICKS - INDUSTRIAL PRODUCTION - "A BRICKYARD WHERE 20000 ADOBE BRICKS ARE PRODUCED PER WEEK"



fig.3 : Mechanization of the production implies to have a quarry outside the palm-grove (credits : Serge Maïni, CRAterre, 2008)

Given the massive needs to comply with the works planning, soil from the palm-grove was too difficult to access and too changing for a large scale production.
Soils had to be easily accessible, homogeneous, and available in large amount. Such soils were looked for outside the palm-grove, breaking with the tradition of using directly available materials. A new soil mix was searched and tested by CRAterre team. It is composed by a sandy soil and another, white, clayish. Both were taken from quarries located kilometers away from the palm-grove. A new brickyard was also installed outside the palm-grove, so as to improve productivity and work comfort It is easily supplied by trucks. Soaking, mixing and moulding are done in the same place. When dried, the adobe blocks are sold to renovation companies working in the old town. As no soil from the outside of the palm-grove had never been used to make adobes, the process to identify proper soils took longer than expected, all the more because of the peculiarities of saharan thin and salty soils.

Tasks, as a whole composed of know-how, economics and area, are clearly identified in the brickyard to improve productivity and facilitate the control of the production line. This system implies specialization of the workers. With day laborer that is temporary workforce, training for the several positions shall be quick and easy, concentrated on the specific task to achieve. Though, knowledge of the whole field and understanding of its issues are guarantees of a greater attention to critical details, and therefore of better serviceability. In the new brickyard, management and control are devoted to very few people, who are sole quality guarantees. In case these few people resume their job, it is the entire conservation project that is threatened.

This production that can reach 20000 adobe blocks a week(4) is a consequence of

Libyan State's financial management. The governmental economy is ruled by planning strategies requiring a short term expense for the projects it funds. Concerning Ghadames conservation project, this economical process isn't adapted. The harsh barren climate rules in the desert, and it is extremely hazardous to plan for on a short term basis. Confronting an abstract economy to a demanding social and climatic environment unveil obvious dysfunction-s. Drying of the bricks is one example : it's now taking place on an unshadowed plot, requiring the always reported building of a covering structure to reduce the temperature and humidity gaps commonly found in the desert. Partially disconnected from the seasons, today's production pace necessarily induces discrepancy of the adobe quality.

4. CRATERRE INTERVENTION - "UPDATING KNOW-HOW"

CRAterre aim in this complex project for the revitalization of the medina was to revive know-how through a support methodology.
Following the work done with UNDP (United Nations Development Programme), the first step consisted to understand the know-how and to collect appropriate documentation. This could be done through interviews and the follow-up of works. Old ghadamsi builders took part to these activities. Richness of the interviews allowed to identify the scope of constructive postures, traditional as much as contemporary.
To have a communication tool usable between building trade, we decided to work on a conservation guidebook. Drawing was given the priority to mitigate the oral transmission issues. The large documentation about practices and buildings, especially photographic documentation, served as base for this graphic development.

The chosen strategy for Ghadames Old Town conservation quickly ran up against a lack of qualified workforce. Therefore, training became a central part of the intervention. It was primarily oriented towards builders working in the Old Town and supervisory staff.
Theoretical sessions and work-site visits were used to train and improve ghadamsi professionals.
Theoretical sessions were rich in lessons for everyone, including the trainers. Knowledge and know-how were discussed and exchanged, as well as research, technical improvements and critical positions. Sessions where masons came were always especially interesting, and we can only regret that they didn't came more often.
Work-site visits were especially destined to companies and workers. They were more practical, in touch with encountered implementation issues. As for theoretical sessions, lessons were shared between all attendees (local workers and CRAterre staff).

Apart from the work-sites launched by the Old Town authorities, CRAterre led an experimental work-site to transform traditional houses into touristic lodges. This work had 2 purposes :
- Training a general company to new methods and intervention technics, which essential aim was efficiency improvement through partial work mechanization. Main developments on the work-site were implementation of electrical hand-tools and lifters, and footbridges on the roofs.
- Experimenting solutions to improve traditional houses' comfort. When optimized, this first experiment, should be extended to the medina's periphery where actual water sanitation systems can be implemented. These systems aimed to optimize the works' quality and improve the work comfort through safety. This last point was one of our main concern : The global project's strategy was to begin with easy works then evolve towards difficult and dangerous places. That's why a long time was spent with the workers on shoring technics and global securing of the structures.



fig.4 : Mechanization and safety installations helped improve efficiency on Mazigh lodges' work-site (credits : Florian Herold, CRAterre, 2008)

From the installation of a new brickyard to the implementation of footbridges on work-site, CRAterre activities aimed to provide up-to-date tools that were needed to answer a political demand.
As we've described, this demand causes strong changes in practices. Therefore, the policies at stake will now be further questioned : how do they impact heritage, know-how and the whole ghadamsi cultural identity that is still strongly related to this heritage ?

5. HERITAGE POLICIES FOR GHADAMES - "WHO'S GHADAMES HERITAGE FOR ?"

Being isolated in the desert, Ghadames and its resources allowed the development of an autonomous community that proved hardly controllable by a central authority. This community's identity was built around vital resources : an artesian well, soil for farming and building. How much this heritage matters is shown in a recurring assertion of ghadames inhabitants : to be a "real" ghadamsi", one must own a house in the Old Town and a garden in the palm-grove. Although the whole population lives since 30 years in the new city, it's still actual.

This identity, bound to a territory, was questioned when Aïn El Faras spring's flow decreased and stopped during the 70's. It led to an important loss of activity in the palm-grove. A replacement well, together with the previously bored ones south of the palm-grove provide since then a minimum water supply to keep up some gardens around the Old Town. At the same time, the Old Town itself was emptied from its inhabitants, who were rehoused in a new modern city, at the doors of the palm-grove. This process follows a modernist conception of urban planning : deny the past and start again from raw. Fortunately, the full logic of the "tabula rasa" didn't apply for Ghadames and the Old Town was spared. Nonetheless, it lost its purpose of housing, leading to

slow decay.
Despite the fact that these radical changes were imposed and finally accepted by the population, attachment to this heritage town remains strong among those who once lived there, and who still keep the memory of living inside its walls. As for the younger generations who never lived there, they're looking for a more contemporary identity and tend to neglect such an heritage, barely more than a cool place in summer...
Indeed, the government intervention in the 70's is a major cultural break. It bears out the progressive loss of know-how addressed by successive conservation programs (UNDP and CRAterre).

Acknowledgment of the exceptional value of Ghadames by UNESCO sparked off a change in the state policies towards this heritage. However, international conservation programs were implemented only when the embargo on Libya ended, in 1999. Thus, UNDP programme started in 2000 and allowed to establish the basis for future conservation of both palm-grove and old town.
The aim is to provide the town with a touristic visibility and to bring back some life in the places.
Therefore, this first intervention built on two basis :
- cultural, with the refurbishment of mosques who nowadays receive hundreds at prayers times ;
- economical, with the implementation of a touristic visit path and the establishment of coffees and souvenirs shops (at the height of season, the site draws more than 400 visitors a day).
Those two approaches fall into different logics : on one hand the reconstruction of a use value, on the other hand the "setting to museum" of the heritage in order to draw income from it through tourism.
CRAterre intervention started after UNDP programme ended, in 2007. All along this second intervention the touristic economy was favored by local and national authorities in charge of the site.

The lack of a clear outlined long-term project became soon an obstacle to the proper understanding between parties. Discussions about management plan, although frequent with local and national authorities, didn't help to improve the situation. Our urging on that matter comes from the inherent risk of a conservation policy solely based upon touristic economy : it could lead to turn the whole site and its population into open museum and hereby loose a major part of this living heritage. But, on the other hand, tourists can also contribute to the revival of know-how as local culture consumers. The balance between economy and culture depends on the decision-makers' aims : is it mainly about making profits or about reviving a culture lacking in identity ?

State funds in full the conservation works through GDA (Ghadames Development Authorities). There was no specific institutional or legal framework for the funding of heritage conservation. Therefore, the usual processes of contracting were followed : companies are contracted after tendering and then controlled in the libyan legal framework. Thus is the traditional maintenance pattern, which is involving the community, abandoned to the advantage of a contractor scheme. Such a centralized economical logic implies a control of the effectiveness of the contractor's activity : the state implements a standardization of the interventions so as to be able to quantify and hereby control the use of its funds. Indeed, the control of a large amount of interventions requests benchmarks, that is to say quantifiable criterion such as actual building regulations. However, these aren't appropriate for Ghadames old town's and

earth building's peculiarity. The induced standardization lay traditional know-hows open to a shrinkage. Risk of defects is significant in this logic because contractors might tend to comply solely with the benchmarks to be paid, and therefore give up an essential part of their skills : self-judgment on the built situation.
Specific benchmarks and criterion were defined by the authority in charge of the site (GOTAO). Experienced masons and CRAterre staff were consulted, so that in the end attention was paid to essential aspects of earthen heritage conservation.

Two owners' behaviors came out of this voluntarist policy :
- Those who wait for the State to fund their property's works, who incidentally give up the full control on their property ;
- Those who refuse the State's assistance because they're afraid the works might damage their property, or might change it, or even might disregard their will.
This policy risks to partially withdraw the owners' autonomy. Once the State withdraw its help, the owners wouldn't be able to keep maintaining their property.

CONCLUSION
The evolution of constructive cultures is linked to their social environment, to the aims of the society in which they take root. It might be necessary to update them so as to follow the evolutions of their context, as was asked for Ghadames. The example of new adobe production is typical : the adobe mix and the production methods had to be adapted considering the awaited conservation of the Old Town. Main implemented evolutions concerned work-site organization and safety, and use of precision tools. Know-how were finally little changed, and if so because of repeated observations or urgent needs.

Projects were begun, however it shall be observed that their advance was difficult and slow, handicapped by the confrontation of a centralized system with a tribal culture. Therefore, we couldn't experiment several systems and techniques to improve comfort and make the works more lasting. Apart from technical issues, the feedback of this intervention opens some questions concerning the global framework of ghadames conservation :
In what extent shall the medina conservation be funded by governmental funds ?
Wouldn't self-management systems be more efficient and preserving ?
Facing the matter of self-management promotion in any centralized country, what posture to adopt in a local development intervention ?

Bibliography
Anger R. & Fontaine L. (2007). *Old Town of Ghadames. Building materials, from geology to architecture*, mission report, CRAterre, Grenoble.

Carazas-Aedo W. (2008). *Mission report (february/march)*, CRAterre, Grenoble

Centre du patrimoine mondial (2008), *Orientations devant guider la mise en oeuvre de la Convention du patrimoine mondial,* Paris : Centre du patrimoine mondial.

Dugelay S. (2008). *Laboratory and adobe production,* technical report, CRAterre, Grenoble.

Guillaume M. (1980). *La politique du patrimoine,* Paris : collection l'espace critique, éditions galilée.

Maïni S. (2008). *Optimisation of adobe production*, mission report, CRAterre, Grenoble.

Mircher C. (1863). *Mission de Ghadamès*, Alger

Paccoud G. (2007). *Architecture in the old city of ghadames : private houses*, mission report, CRAterre, Grenoble

Pervinquière L. (1912). *La Tripolitaine Interdite***,** Paris : Librairie Hachette et Cie.

UNESCO (1972). *Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel,* Paris : Centre de documentation UNESCO.

UNDP, Project of the government of Libya (2000). *Rehabilitation of Old Town of Ghadames*, UNDP, viewed 25 September 2009, <http://www.undp-libya.org/poverty/Rehab%20of%20Ghadames%20project.pdf>

Notes :
(1) A significant example of the scale that can be reached by this big projects policy is the great artificial river, which is one of the biggest logistical project in the world.
(2) Main actions are soaking, moulding, implementation and works maintenance.
(3) Between september and november, insects lay eggs in humid soil. It causes a mechanical weakening of the soil when dried.
(4) Ghadamsi adobe measures 40x30x10 cm. Weekly production allows to build 1000sqm of a 40cm thick wall.

Curriculum :
Yann Damiani is an architect graduated from ENSA Grenoble, France. He was member of collectivx and zoom architecture and lecturer in architecture and urban planning at ENSA Grenoble. He spent 4 months in ghadames as architect for CRATerre.

Grégoire Paccoud is an architect graduated from ENSA Grenoble, with a Master's from CRATerre-ENSAG, France. He has been working for CRATerre on several heritage programs, including 10 months spent in Ghadames as permanent staff for CRATerre.

ARCHITECTURES OF EARTH IN CALABRIA

Ettore Pelaia
University of Florence, Faculty of Architecture
Address: Viale F. Redi, 61/E 50144 Firenze
Cell. (+39) 347 5070178
E-mail ettorepelaia@hotmail.com

Theme 2: Heritage and Conservation.
Key words: Degradation, Intervention Strategies, Conservation and Intervention.

Abstract
The thesis has been done on the town of Lamezia Terme and it is aimed at the recovery and identification of the local construction technique of this area. For this purpose, the research integrated the study of geometric significance, building materials and their degradation analysis. Nowadays, there has been a loss of the empirical knowledge, handed down for centuries. This research aimed to collect and identify some of this knowledge through interviews with the elderly and the masons, who know the local building construction.

The research had firstly begun with the identification of building types on an urban scale. Then, it evolved within the investigated area, to the scale of special technological features with specific characteristics. At Lametina region, it is clear that these constructions built in raw earth, reached 5-6 floors above the ground. During the investigation, from the researched archives, it was concluded that the area of the historical buildings was built after 1783. Therefore, it should have inside of the masonry a wooden structure called "*Casa Baraccata*". This is an appropriate technology similar to the "*Gaiola Pombalina*" used in Lisbon, after the earthquake of 1755. It consists in a bearing structure formed by three-dimensional beams and pillars in wood, made through (solid connection of) joints and nails. However, to preserve the wooden structure from decay, the structure was concealed within the masonry, which makes it difficult to be identified. The earthen raw walls have a significant thickness at the base (over 1m) and a tapering of approximately 20cm in every floor above. The walls of the top floor have a consistent thickness of about 30cm obtained by laying the bricks placed above. Another special feature of the area is the "Muratura Civata" (the outer wall made with small pebble stones and fragments of brick earthenware), a wall built with a lot of care. Whilst this is a "not finished" parietal; it is intended to protect the earth masonry from the atmospheric agents, which implies the use of a layer of earthen plaster.

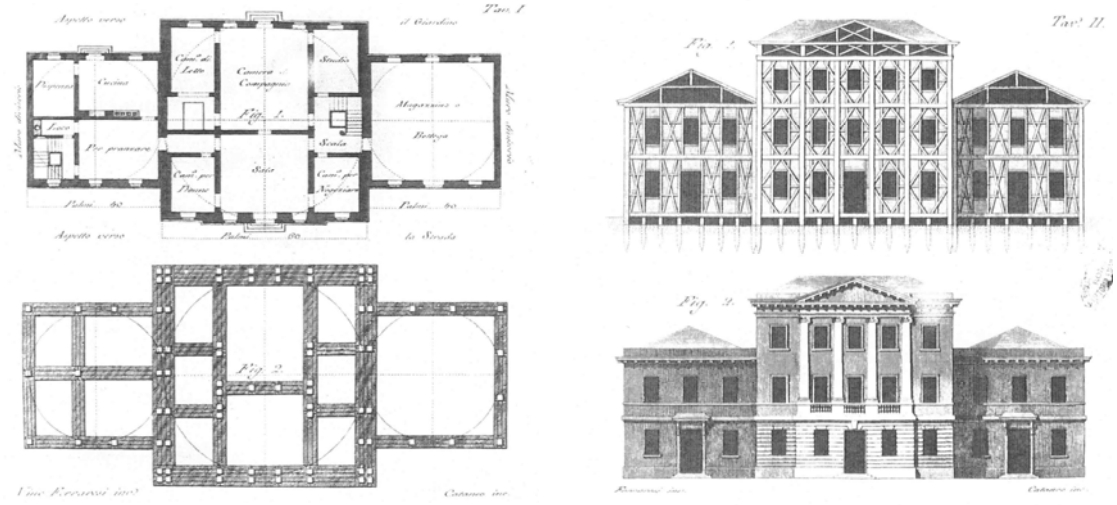


Fig.1 – Constructive patterns of "Struttura Baraccata" in G. Vivenzio,G (1788). *Istoria de Tremuoti,* vol.2, Napoli.

1. INTRODUCTION

The research is born from the collaboration between the town of Lamezia Terme and the University of Florence. It was meant to be a base of departure to constitute a competence of active vigilance between the town administration and the private building activity. This work was focused on the existing heritage and towards the buildings that, not specifically bound, are submitted to the custody of the “Zona A” of the city-plan. Today guaranteeing a correct planning, realization and vigilance regarding building and urban interventions is not enough. It is necessary to promote the right knowledge to improve the quality of the interventions and to provide the documentation of each one’s operational experiences to draw useful methodological indications for the operators of the sector. The collection of constructive techniques and materials inside the building object of study is not exhaustive in comparison to the range of problems related to the recovery of historical buildings. However, this introduces a vast range of technical solutions, such as the constitution of a base for the operations of recovery.

The primary objectives of this research are:

- To inform all the stakeholders involved in the field of building and restoration, of the building actual conditions, and of limits and precautions with which they must operate;
- To provide them with a useful documentation to understand whether to intervene or not, when the intervention is on minor building components;
- To press the town administration to transform the acquired knowledge in "ordinary" activity, so that the study and the experimentation on the constructive tradition becomes a heritage for people who deal with restoration and recovery.

In many restorations, a generalized and often hasty use of the modern techniques, based on an ideology of the technical progress that sinks the roots in the Modern Movement, more than on demonstrable economic and structural necessity, leads to defective if not partial results. This requires new and radicals interventions to make up for the committed errors.

It becomes of fundamental importance the long-term behavior of the new technologies adopted in the interventions of restoration, in comparison to preexisting ones. New and different technological structures, endowed with elasticity and different behaviors, in comparison to those proper of the buildings in which they are inserted. If the transmission of the loads is disregarded when compared to the logic of the original balances, its the modern technical and technological solutions that provoke the worst damage to the building. From this perspective, an aspect of priority importance is the professional work necessary to propose some pre-modern techniques. The art to build is handed down with continuity from the fifteenth century to the Industrial Revolution; substantially unchanged until the workers born in the first years of last century, which can be considered as "privileged witnesses" of constructive techniques that would otherwise disappear. The re-acquisition of this cultural heritage cannot be resolved in the simple repetition of the old jobs. This is intended as a "smart" work by understanding and acquiring the "secret" jealously guarded and handed down, so it can be interpreted in a modern context, and be adopted in areas where particular materials and old construction techniques are no longer available and reproducible.

Examples of building types that are made using traditional techniques and the use of earth building in various forms, present in Lamezia Terme are varied, primarily because of the region’s autonomy, not only economic and social, but also of the practical and artistic sense of the different actors involved in the construction. For the earthen technique, as well as for the remaining constructions, we can observe a building type that develops spontaneously, but also a more cultured one that, within the limitations of

materials was able to make the most of the technical possibilities and expression. The houses present today are a mixture of many shades, proper of a cultural heritage obtained from the multiple encounters and meetings between these two building types which, over the centuries, have lessened their distance by multiplying the variety and artistic details of the buildings. The shapes of the historical buildings, handed down spontaneously as a dogma, have now assumed the role of communication, transmission of thought and knowledge.

The active effort implemented during the reconstruction period after the Second World War, deleted values and traditions of local architecture, homogenizing and standardizing. Thus, it debased the structures shapes, the signs of low-cost and low-quality housing, anonymous building, and as in every place, making a faint memory, the deep meaning of constructing with "fragments". The conservation of historical centers, and considering the seismic phenomenon widely present in the region, inevitably introduces a comparison with the construction technology used over the centuries, including their genesis and their evolution.

2. SOCIO-CULTURAL HISTORICAL CONTEXT

2.1 Knowing before taking actions



Fig.2 – Facade of “Muratura Civata (credits: author)

To safeguard and preserve the historical centers, it is necessary to know them thoroughly. A knowledge that does not move from the logic of the gain and short terms of typical of contemporary way of building, but from a careful study of the criteria and devices operated in the past. Although the earthquake-proof solutions existent at the historical buildings cannot be compared with current techniques and legislation, they are still a key to a proper recovery of the built heritage.

The space, open or closed, natural or artificial, should not be taken into account for the possibility of exploitation or serial repetition, but as *unique place,* with its ancient laws, and as the sedimentation of human experience. Applying the concept of “*Genius loci”*

to the town of Lamezia Terme, we can see how the social and economic conditions of the agro-pastoral world and climatic factors have influenced its location, in relation to the territory, and more specifically, the structure of the particular building types. The range of building types in earthquake zones has traditionally been marked, in its evolution, from the fear of the earthquake. Time, before science, has tested the sites that people have chosen to live. But sometimes the necessity or geologic conformation, primarily influenced the choice of the site, putting at risk the safety of the population.

2.2 Constructive evolution over time

In the construction of a building, there are different stages, some of which are not always continuous. In most cases, especially in ordinary buildings, the construction of an historic building did not stop at the original phase, but was subjected to successive changes and transformations that could have changed in a more or less consistent way, the substance and the outward appearance of the building. With this in attention, it is possible to classify ordinary buildings also on the basis of completeness, deriving from the construction stages of each building or part of them. The requirements of durability and maintenance are complementary, and assume a central role in the conservation strategy of an architectural reality, but also in the strategy of conservation and environmental balance. Durability is usually understood as the ability of a material or component to keep unaltered over time its physical, morphological and performance characteristics. Related to the individual components of the construction, reliability must satisfy the capacity to maintain its function unaltered.

At the same time, durability depends directly on the preservation of the object and then on the maintenance. It triggers a negative relationship between the two concepts, namely the higher the capacity of the item (or rather, the whole building) to maintain unaltered over time its own characteristics, the less there will be interventions. It is known that a brick building rejects the insertion of "prosthesis" made up of materials, extraneous to its construction; also, from a strictly mechanical point of view, inserting reinforced concrete structural elements, disowns the wall construction, intrinsically discrete, transforming it into a continuous structure that alters the static behavior.

3. CONSTRUCTION SYSTEM

3.1 Elements of Connection

Today more than ever we must worry about the loss of quality of historic wealth, because little attention is devoted to the maintenance of the facades and the attention to materials of historical buildings. The connection devices may be divided into:

- Connection between the wall and land;
- Meshing between the stones forming the wall;
- Connection between wall and wall;
- Connection between roof or ceiling and wall.

The bumps are easier to predict if they are of the following type:

- Cylindrical hinges around, which rotates an outer wall when it is overturned away from the plane getting away from the transverse walls;
- Injuries that goes through a wall, from one band to another, separating portions originally continuous, or separating orthogonal walls along their intersection;
- Leakage of the beams of the floors from their site;
- Sometimes the expulsion of stones out of a wall that is too loaded and connected.

The walls are made of small parts without cross linking components (diatonic) to ensure the monolithic. The absence of these, leads to lesions in the wall and then generates a structural weakening. Another important aspect is the lack or otherwise deficient amounts of mortar in the joints, which promotes the slippage of the elements

of masonry, with the consequent reduction in the thickness of the wall. The lack of connection between the elements, insufficient connection with the masonry, poor distribution of thrust and the overlap of coverage are actually compromising the wall on which it lies. The study of these details provides, if properly oriented, a vision of the whole structure, its behavior during the earthquake and the possibility to predict and prevent damage resulting from any connections.

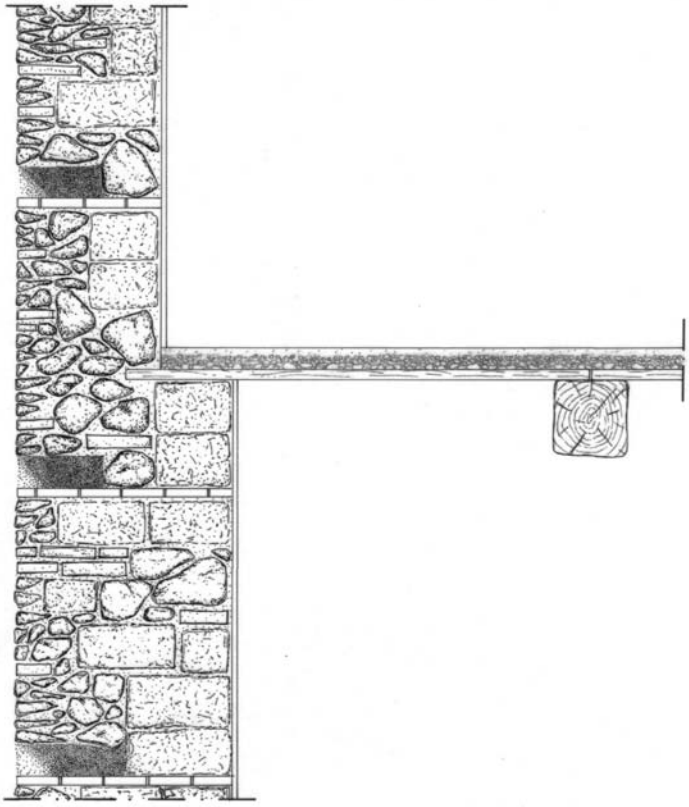


Fig.3 – Section - Wall thinning and "Civatura" (credits: author).

Elements of connection

The lack of connection between the walls, between ceiling or roof and wall, between wall boxes are common in Lamezia houses. A typological study of the area showed that the volumetric and planimetric evolution determined by a progressive blockage of free areas, changed along with the owners and their needs. Wall boxes are not always originally closed with the four perimeter walls constructed simultaneously. It is typical, however, that a housing cell has only three sides constructed together, if it comes combined with a pre-existing one; or just two, if it comes from the blockage of a yard; or just a wall on the street, if it fills space between two houses.

3.3 Intervention strategies

The criteria for intervention on weak and compromised buildings as those analyzed, designed to restore an efficient static behavior and to ensure an adequate response to seismic action should consist essentially in putting in relation the mechanisms that caused these diseases (or damage) with the design solutions. The structure of a building must be red correctly by trying to understand the origin that caused (or may cause), the mechanism of injury, addressing the choice of the intervention to the origin of the problem. A typological study of the historical center shows analytically the evolution of the urban fabric for the subsequent blockage of spaces. Subsequently, constructions designed are coupled with preexisting ones exploiting the boundary wall. Wall boxes are not always closed, which is not always carried out simultaneously and

with due between the four perimeter walls. It is common that a housing cell has only three or even two sides built together.

4. DEGRADATION

4.1 Principal forms of degradation

In a context of low or no maintenance, degradation occurs very rapidly. In the absence of direct intervention on the covers and drainage systems, rainfall results in an increased degradation of masonry structures accelerating their erosion. In the absence of a culture of recovery and restoration of buildings, the historical and architectural heritage, goes slowly lost, as well as construction techniques related to it. Direct observation confirmed that structural lesions result from the lack of building skills, which was due to walls that are not properly connected, (expansion/contraction of the material) that are clearly visible in the joints and execution of continuous walls.

Another relatively recent type of deterioration, related to the age of the construction, are the changes in external pavements that can generate water circuits damaging the foundations of buildings. Currently, the street pavement is often replaced with asphalt layers impermeable to water, particularly in the cement-type paving. Degradation is most evident at the base, with lesions, erosion and decay of enticement mortar of bricks and spots of mold, but also disruptions due to changes in road surface and growth of vegetation. The main enemy of earth construction is meteoric water, which comes in contact with the wall surface when there is not the ongoing maintenance in the roof. Degradation becomes visible with the runoff of the earth mortar around the lintels, until it causes structural cracks.

PLANS OF CONSERVATION AND INTERVENTION

5.1 Structural adjustments

The assumptions underlie in the methods of calculation must be met in construction practice with appropriate precautions and techniques of execution. Otherwise the theoretical measure of safety would lead to unreliable results. The two fundamental requirements to be pursued in the works of adaptation are: the achievement of a good level of resistance of the wall structure to the horizontal actions, linked to the possibility of having high shear stresses; as well as the certainty of having horizontal devices that can validate the hypothesis of their stability in the floor and their articulation with vertical structures. If the intrinsic characteristics of masonry structures do not provide sufficient values of shear stresses, the first requirement is met by designing and executing works of consolidation for the walls. While obtaining the second requirement, it is necessary to act on the attic structures and their links to the masonry.

To achieve this, requires a great design sensibility that is constantly refined through critical observation of facilities conditions, proportionate to the objectives that must be pursued, even at the light of the economic implications associated with the intervention of adjustment, to be able to frame it into a proper cost-benefit context. Bearing in mind the severity of the seismic action and the tragic consequences related to insufficient structural behavior, it is better that in transactions of adjustment importance be given to the achievement of the bearing capacity. Adopting criteria of intervention that sometimes may appear economically burdensome are the only way to ensure a reliable behavior of the structure and maintain long-lasting features. A better or worse quality of the wall construction depends on the greater or lesser inclusion in the device of big stones, whose dimensions would cover more than half of the thickness, but also on their proper disposal and lodging.

Indeed, the aim is always to achieve well-woven walls where it is not conceivable any vertical division of the section into two vestments outside of the autonomous behavior. The connection between the two sides of the wall section is necessary so that the

structure can take a monolithic transversal behavior during oscillations induced by seismic actions. This connection is obtained through the seizure of overlapping stones, or using diatoms (stone loops that bind the two opposite faces). The resistance of the wall is ensured by a mechanism of transmission of loads through accidental contact that does not lead to collapse.

5.2 Normative Issues

In Calabria, laws related to earthen architecture are virtually absent, as well as the connection between operational capacity, availability of traditional materials and professional training for both technical and working staff. The regional administration shall adopt rules for a *typological consolidation.* In the urban centers of Calabria, it is possible to apply the principle of *recovery of quality,* since the quantity of houses is now overflowing with needs. So, typological rehabilitation can be a resource for the region, which only requires proper planning.

It is the responsibility of local governments, waiting for detailed planning, to provide *extraordinary* and *ordinary maintenance.* It has already been noted how the lack of maintenance, raises exponentially the seismic vulnerability of earthen buildings. Considering also the settlement and typological characteristics of the historical building, the problem of maintenance cannot be left to the individual owner, but must be community value.

Another aspect not to be underestimated is that the current rules in Italy together with regional laws of Calabria do not promote the conservation of built heritage but in some ways hinder it. All actions that are undertaken should have respect for the environment and aim to reduce costs, and intrinsic values of “*minor architecture”* that was born spontaneously in places capable of providing, today as yesterday, the resources required for its maintenance and for new construction.

One option is to return to the traditional intervention practice and identify the existence of materials in the region, taking into consideration that raw materials are generally non-renewable assets. It is possible to propose organic and dependable choices for the availability of materials for building restoration. A possibility is to turn to some local firms for the material retrieval, with the explicit request of the redevelopment of certain stages of the process to adjust the current output to the characteristics of the conservative recovery process.

This hypothesis is not utopian, if we consider that most of the companies currently in operation in the region are craft companies, with a staff of fewer than five. In addition to this, equipment and machinery used for simultaneous production could be considered obsolete, compared to current technologies, but would be suitable for the production of some manufactured goods required for conservation recovery operations. This compromise is a balanced mediation between safeguarding of the natural environment and the need for preservation of cultural and historical construction techniques, which have to be implemented with the *recovery* and *conscious conservation* of the historic centers.

Technical standards alone are not sufficient to restore the culture of building in masonry; in fact, they are often viewed as a rigid prescription, rather than as basic elements of design grammar. Improving the ability to constructively control the bearing masonry has also spread the habit of "using" the rules rigidly. While the technical rules have the force of a calculation procedure that simplifies a structure with high value of uncertainty, high sophistication calculations collide with uncertain and imprecise for the same preparation of the material.

6. CONCLUSION

Interventions on buildings with historical, architectural, construction and artistic value must be made by adopting a multidisciplinary approach aimed at defining the best path to recovery. Buildings have a number of architectural and historic characteristics that are necessary to be absolutely unique. Urban and morphological location of buildings leads to a further consideration: the cover for their constant visual presence can be considered as a fifth facade, and for their variety of shapes and fragmentation of the image they are of equal value to formal facades. This should trigger different actors for the renovation process of the area, with morphological, aesthetics, functional and financial care, needed for the effective valorization of this heritage that belongs to humanity.

A lot of tacit knowledge have been passed between the *master* and local cultures to be able to make a thorough investigation, but the building stock that has to be investigated is large as well, so new technological solutions are not slow to emerge. Revenge of the raw will be possible if people and especially local government, will come side by side with the scientific community that is getting interested in this resource, but it is also necessary to introduce specific legislation for the technology of earthen building, able to meet and compete with the contemporary needs of citizens.

When working on a building in seismic areas, to repair it, reinforce it or adapt it, the designer must impose a precautionary approach, because any intervention, even the most careful and discreet one, can alter not only the environments and context, but also the possible conditions of constructive homeostasis reached by the entire remains of the building over its history.

A well-planned project helps the adoption of the most suitable solution to the case, but also to *plan a maintenance program over time.* The whole documentation may seem superfluous, excessive and expensive to the client, factors that affect the already high cost of maintenance. In reality this is not always true because any action drawn up in reference to this methodology would be able to recoup the initial costs over the years. This would give each building the opportunity to have an accurate and complete *survey* of the actual state, so that it is possible to update it whenever an intervention will be necessary to make an intervention on the facade as well as in the interior.

A document of this type is the *optimal base* to start a systematic routine of maintenance and repairs over time, a kind of *booklet of the building* to mark the timing, nature and methods of maintenance interventions. In this case, either the owners, or more generally, the municipal administration (which *should* monitor the interventions), have the control or at least the *synthesis* of the operations carried out. At the same time the building, through planned and continues interventions, will be kept *alive* efficiently, postponing aging as long as possible.

Bibliography

Baratta, M. (1906). *Studio sulle nuove costruzioni in Calabria dopo il disastroso terremoto dell'8 settembre 1905*. Modena.

Barucci, C. (1990). *La casa antisismica: prototipi e brevetti*. Roma: Gangemi ed.

Bertagnin, M. (1999). *Architetture di terra in Italia*. Monfalcone (GO): Ed. Edicom.

Borrello, E. (1948). *Sambiase, Ricerche per la storia della città e del suo territorio*. Roma: Stabilimento tipografico Carmelo Cappotto.

Cardella, Ferdinando (December 2006). *Decadenza e Recupero delle architetture della città dell'illuminismo- il caso della Baixa Pombalina di Lisbona,* Dottorato di Ricerca in Scienze e Tecniche delle costruzioni civili, Università di Pisa, Dip. Ingegneria Civile.

Cavalcanti, O. and Chimirri, R. (1999). *Di fango, di paglia…* Soveria Mannelli (CZ): Rubettino ed.

Cerandini, V.(cured by) (2003). *Area gecanica*. Reggio Calabria: Gangemi ed.

Curioni, G. (1885). *Raccolta di progetti di costruzioni in terra ed in muratura*. Torino: Ed. Negro.

Giffrè, A.(1991). *Letture sulla meccanica delle murature storiche*. Roma: Kappa ed.

Giuffre', R.; Foti, G. and Trombetta C. (2003). *I Linguaggi della riabilitazione: problematiche di estetica e dei materiali nelle tecnologie del recupero*. Soveria Mannelli (CZ): Rubettino ed.

Laner, F. and Barbisan, U. (1983). *Terremoto e architettura: il trattato di Eusebio Sguardo e la sismologia nel settecento*. Venezia: Cluva universitaria.

Migliacci, A.; Mola, F. and Tattoni, S. (1988). *Consolidamento e recupero dei centri urbani*. Milano: Clup.

Pasta, A. (1992). *Restauro antisismico*. Palermio: Dario Flaccovio Editore.

Pesso, L. (1876). *Sul consolidamento delle fabbriche nelle Calabrie contro i danni dei terremoti*.

Principe, I. (2001). *Città nuove in Calabria nel tardo settecento*. Roma: Gangemi ed.

Storelli, F.(cured by) (1996). *Habitat e architetture di terra*. Roma: Gangemi ed.

Tobriner, S. (1997). *La casa baraccata: un sistema antisismico nella Calabria del XVIII secolo*, in Costruire in Laterizio, nº56.

Curriculum:
Ettore Pelaia graduated in Architecture in 2009, at the Faculty of Architecture in Florence. With the thesis of his master degree, he ran for the "Prize for studies and researches on earth constructive systems" promoted by the National Association of Earth Towns and Laterizi Brioni srl, receiving a Special Mention.

THE RENOVATION PLAN FOR KSAR ZENAGA IN THE FIGUIG OASIS, MOROCCO

Ianira Vassallo
Politecnico di Torino, II School of Architecture, *Italy*
Tel. (+39) 3396460860, Fax (+39) 0118221165
E-mail: ianira_vassallo@msn.com

Theme 2: Heritage and Conservation
Key words: Database, classification form, earth building

Abstract
My university thesis deals with the preservation of the architectural heritage in the Southern Mediterranean Countries, particularly with a proposal for a renovation of the ksar Zenaga in the Figuig oasis, Morocco. This job is part of a wider project integrated in ''The renovation of the cultural heritage in the Figuig oasis", coordinated by the NGO Africa 70. My participation in this project was made possible thanks to the cooperation between the Politecnico di Torino and the Italian NGO Africa 70. My proposal for the renovation plan of the Ksar Zenaga is based on the idea of improving the quality of life of the Figuig population, helping them in the best exploitation of the resources of their own territory and in making their homes healthier.

Figuig oasis is located in the Oriental region, close to the desert, in north-western Morocco. It consists of seven ksours and their respective seven palm groves. The ksar is a fortified village surrounded by a wall with four towers with one or more entrances. The interior consists of a tangled structure of buildings located one close to the other, separated only by roads (roofed in most cases). The Figuig ksar is mainly built in the adobe constructive technique. The oasis was once part of a circuit of caravan routes. Numerous historical events and finally the closure of the Algerian boundary caused it to loose part of its territories and even one ksour (it initially comprised eight ksours). This isolation condition also caused a crisis in its economic and social system.

The traditional house in the oasis, located inside the ksar has a patio type structure. This solution is particularly necessary for the ventilation and brightness of the building. My project develops essentially in six phases: a) The choice of the ksar; b) The ksar subdivision into micro-areas; c) The setting up of a reference classification; d) Inspections for the relief and filling-in of the classification form; e) Creation of a database for electronic data processing of the collected information; f) Final analysis with the consequent writing out of some town-planning indications. The idea of filling-up a classification form was given from the need to obtain an instrument to classify the ksar buildings and to understand the different types of decay in order to operate as effectively as possible on its fabric.

The database contains all information collected during the detection activity and supplies an overview of the classification work progress. The architectural quality of the ksar building concept appears evident. It witnesses the history of a society but also of a construction technique, which is still sustainable and perfectly adapted to the climate and style of the local requirements for homes. The object of this paper is to spotlight how maintenance works, renovation, healthier environment of the buildings and a constant strict relation with the inhabitants of the oasis will allow the abandonment of the ksar and the consequent process of decay.

1. INTRODUCTION

My university thesis develops essentially in two parts: phase one, the bibliographic research, which was necessary for the approach to the wide theme of preservation of the architectural heritage in the developing countries; and phase two, a practical component, which was dedicated to the proposal of a renovation plan for the Ksar Zenaga, through a period of internship in the oasis of Figuig, in Morocco.

The first phase of the research was crucial not only as a preparation to the project, but also as a personal study, since the preservation theme is normally treated in academic studies only with reference to ‘western’ architecture. During the period of my internship, I could observe how the aims of the work adapt to the project requirements, and how the research is applied to the reality of the project.

This work was made possible in particular thanks to the cooperation between the Politecnico di Torino and the NGO Africa 70, which allowed implementing a comprehensive and suited project to the oasis territory.

2. THE RESEARCH

The starting point of the whole idea was the importance of the architectural heritage within a country, as well as the responsibility of each individual for the architectural heritage preservation. By investigating the definition of ‘citizen of the world’ and also the way the mass-media have influenced, and still influence, the idea of hierarchy among countries (developed countries and developing countries), the need for a critical approach becomes evident. This is possible most of all thanks to the cooperation experiences.

Secondly, the analysis dealt with the issues related to the architectural project: these types of interventions are in fact, part of the cooperation processes among nations, where the concept and the needs of preservation can have different meanings and interpretations. The main encountered difficulties by the western project-researcher are related to the geographical and technical distance from the location in which the project takes place and also the lack of adequate regulations which they can refer to. Each project is independent from the other ones. Technology and solutions change depending on the different environment. However, in order to ensure the right approach, it is necessary to know the quality of the product to which the intervention is applied, to study the context and the local culture, to know the social implications and the specific construction techniques and the materials used. Finally, it is a priority to keep alive the contact and the relation between the technological development and the historical heritage.

The choice of concentrating the analysis in the Mediterranean area was suggested mainly by the intent of exploring the differences and the similarities among the territories of this area. In spite of the geographical closeness, they have gone through different developments because of their respective historical and cultural background.

3. THE PROJECT

The oasis area boasts an important architectural heritage, including the Ksars, a peculiar water canalization system, several palm groves surrounding the oasis, and beautiful sights, all over the territory.
In spite of this value, the geographical, political and social contexts have dramatically influenced the destiny of the city; the French colonization in the first place and, secondly, the split of the territories with Algeria, have definitely isolated the oasis, causing a strong migration flow and a consequent dramatic decrease in resources. The consequences hit the weakest part of the population, who, for physical and social reasons, could not leave the oasis: especially, women, elderly and children.

The problems of this territory can be summarized in three points:

- Absence of a commercial and economic system;
- Reduction of the water resources, crucial for the oasis survival;
- Physical and social constraint represented by the boundary with Algeria.

The architectural quality of the Ksar building concept appears evident as it witnesses the history of a society, but also a construction technique which is still sustainable and that perfectly adapts to the climate and style of the local requirements for homes

3.1. Content

The Figuig oasis is located in the Oriental region, close to the desert, in northwestern Morocco.

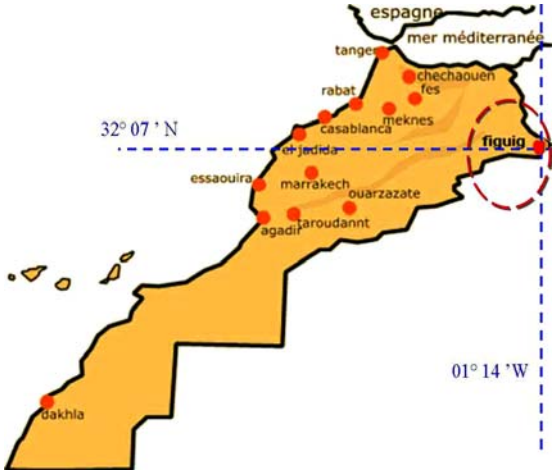


Fig.1: The position of Figuig in Morocco (www.maps-store.it)

The Figuig ksars are mainly built of earth. They are composed with the adobe constructive technique. The position of these settlements if functional to the water sources located in their proximity, which has been ensuring the population survival in time. These also allowed the palm groves to develop and dates to be harvested, being the main resource for the oasis. The oasis was once part of a circuit of caravan routes but numerous historical events and finally the closure of the Algerian boundary caused it to loose part of its territories and one ksar (it initially comprised eight ksours). This isolation condition also caused a crisis in its economic and social system.

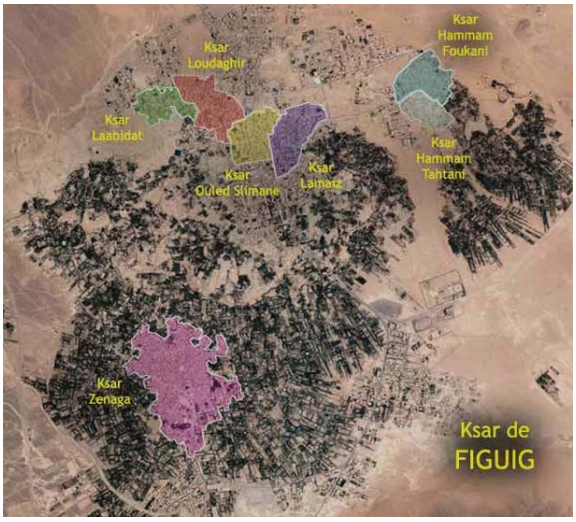


Fig.2: The different ksar of Figuig (photo by Googl Earth)

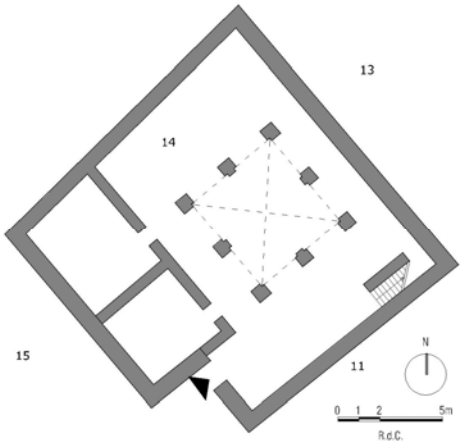


Fig.3: A patio type structure (immage by Ianira Vassallo)

This solution is particularly necessary for the ventilation and brightness of the building that does not show any opening to the outside, just a window; when the house is fitted with a room positioned over the appurtenance roofed road. The house can have one or two above-ground levels, for a total height of 8-10 meters. In the inside, the house develops its residential functions. It is used as a stall and for food stockage, and sometimes becomes a shop for handicraft activities. The terrace then becomes a semi-public place for the life of women.

3.2 Objectives and specific effects of the project

The renovation plan of the ksar also provides for specific objectives referred to the single building and to the general structure of the oasis. As far as concerned with each single house, the topographical relief and the classification allow evidencing the structure and composition characteristics of the building, aiming to the preservation and integrity of the entire structure. This also supplies a fresh mapping of the present status and decay of the ksar. The analysis of the buildings gives relevance to the hygiene problems of the various homes and of the entire Ksar, promoting an improvement of the inhabitants' health conditions. The maintenance works, the renovation, the healthier environment of the buildings and a constant strict relation with the inhabitants of the oasis will allow avoiding the abandoning of the ksar and its consequent process of decay.

3.3 The project methodology

The project is essentially developed in six phases:

- The choice of the ksar
- The ksar subdivision into micro-areas
- The setting up of a reference classification
- Inspections for the relief and filling-in of the classification form
- Creation of a database for electronic data processing of the collected information
- Final analysis with the consequent writing out of some town-planning indications

3.4 The classification form

The idea of filling-up a classification form was given from the necessity to obtain an instrument to classify the ksar buildings and to understand the different types of decay in order to operate as effectively as possible on its tissue. The ksar building tissue is very complex and apparently it does not follow any composition rule. Therefore, it is very hard to orientate within the tissue.

The lack of any cartographic material to be used as a reference, the total lack of regulations regarding the building construction and the evident very bad preservation condition of some buildings, required a classification that highlighted the most critical points within the ksar. This classification started before the arrival in the Figuig oasis, thanks to the consultation of some sample classifications prepared for similar studies.

Once in the oasis, the classification was subject to changes to adapt to the requirements of the project and the ksar peculiar characteristics. The subsequent modifications were functional for the analysis of the morphological characteristics and the architectural quality of the buildings. The present classification form was experimented on the ksar Zenaga - the largest ksar for dimensions and number of houses. This is also the ksar with the highest number of inhabitants, and the best preserved ksar, although, this implies a higher number of excrescences in its interior.

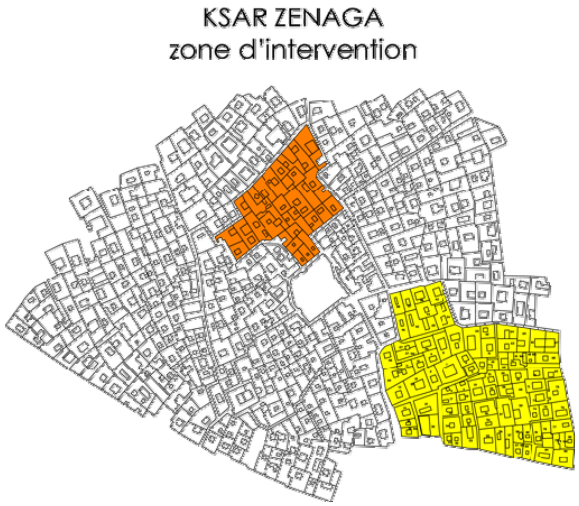


Fig.5: The two sub areas of the ksar (immage by Ianira Vassallo)

During my stay in the Oasis, an analysis was conducted on a sample of 2 sub areas in this ksar (out of a total of 9 sub areas), for a total number of 137 detected houses. The instrument obtained was prepared in an emergency situation and with no possible reference to similar instruments previously composed. Because of these considerations, the collected information was divided into four categories.

The first part of the classification form collects information on the building location and property and includes a planimetry of the building. The second part of the classification form detects the relationship between the number of inhabitants and the built areas. A third part focuses on the structure of the building, indicating the materials used in its different parts and their degree of decay. The last part, concentrates in the analyses of the building morphology and its architectural quality.

3.5 The database

The database was designed to make the classification work more consistent and easy consultation. The tool was subject to some modifications due to the necessity of

making it consistent with the programs of the local computers, as well as with the data processing knowledge of the engineers working in the project. The database contains all information collected during the detection activity and supplies an overview of the classification work progress.

In fact, the database includes all the collected information in the classification form of each single building, as well as the Autocad file of the corresponding planimetries. Additionally, when the plan preparation will be concluded, it will be used as a tool to evaluate the development work and the interventions within the ksar.

3.6 Data analysis

In this last phase, the different degrees of decay of the buildings were analysed and compared with the analysis of their structure and morphology. A classification was obtained according to different intervention areas.

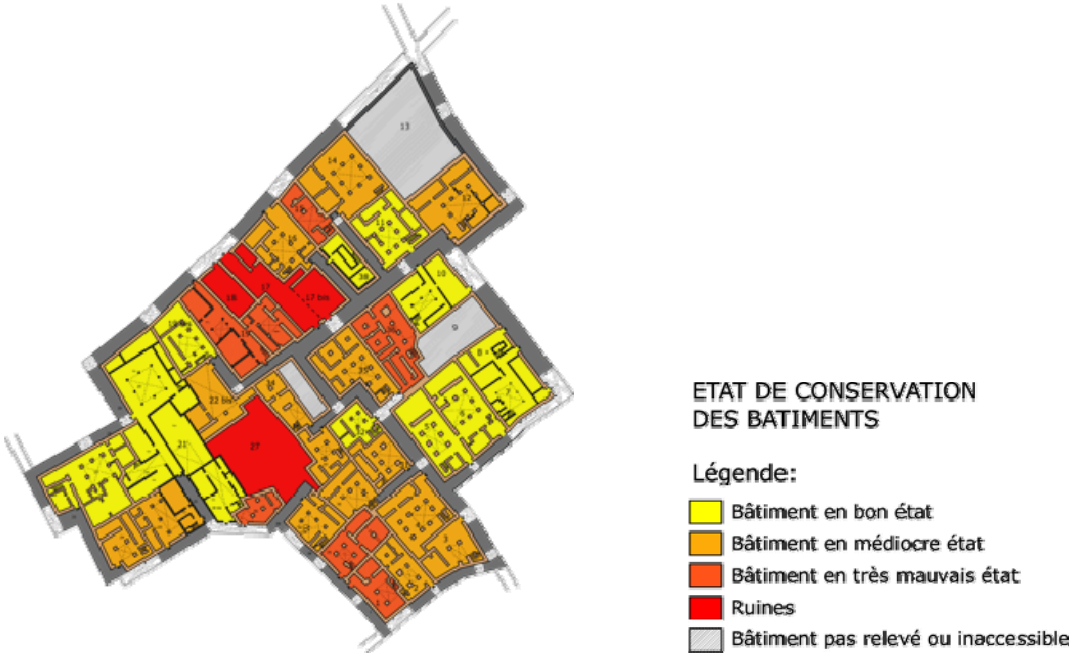


Fig.6: Sub area A, with degrees of decay (immage by Ianira Vassallo)

Each building requires constant maintenance actions because of the local constructive material (earth in fact requires constant preventive intervention to ensure stability), as well as actions generated by new social requirements (construction of bathroom and closure of a room used as a kitchen). The study of a solution for ruins is also an emergency issue for the ksar, as this generates an extension of the structure deterioration that also affects the adjacent buildings. Subsequently, these considerations were developed to create a series of town-mapping indications that are now contained in a reference document available to the entire population of the oasis.



Fig.7: A ruin in Figuig ksar (photo by Ianira Vassallo)

4. CONCLUSION

Cultural heritage is a very important resource for a country. In fact, it is an expression of the society, of the history and of the culture of a place. Despite this, several countries prefer to build new modern houses rather than to preserve the old ones. Local population believes that this new typology of houses represents at best their new needs, but I personal believe that traditional architecture is already a perfect model for the place in which it is situated. Vernacular built heritage can be seen as “the essence of sustainability”, being constructed with local materials and the minimum wasted resources.

I believe that it is essential, for such an isolated place as Figuig, a proposal of cultural heritage renovation for sustainable tourism and local development.

Bibliography

Addarkaoui Adbellah, *Essai de revalorisation des ksour de Figuig, Memoire fin d’ etude pour l’obtention du diplome d’architecture*, Tesi di laurea in Architettura, Ecole national d’architecture de Rabat,relatore Prof. Onar Zaide, a.a. 2002

Vassallo Ianira, Dalla ricerca al progetto : analisi e strumenti per una proposta di riqualificazione dello ksar Zenaga nell’Oasi di Figuig, Marocco, tesi di laurea in Architettura, Politecnico di Torino, II Facoltà di Architettura, relatore prof. Piergiorgio Tosoni, correlatrice arch. Francesca De Filippi

Curriculum*:*

Ianira Vassallo: Architect. She graduated in September 2009, from the School of Architecture II, Politecnico di Torino, Italy. She conducted the research for her thesis in Morocco. Currently, she works in the office of architect Gianni Abrardi.

EARTHEN BEEHIVE DOMES OF NORTHEN SYRIA

Saverio Mecca[1], Letizia Dipasquale[2]
INN-LINK-S (1) - University of Florence. Department of Architectural Technology and Design. Via San Niccolò 93, 50125 Florence Italy
[1]Tel. (+39) 347 3794966 E-mail: saverio.mecca@unifi.it
[2]Tel. (+39) 347 9902547 E-mail: letizia.dipasquale@taed.unifi.it

Theme 2: Conservation and Heritage
Keywords: earthen domes, Syrie, heritage

Abstract
The Vernacular Architectural Heritage is important for our own future because such architectures are characterized by a high level of technical variability and integration in geographical and cultural environments together with their traditionally ecological and effective energy performances, which is of the utmost relevance, consistent "tacit" and local knowledge.
The beehive dome vernacular architectures constitute a cultural and architectural heritage, as well as a technique, shared between the Orient and the Occident. The “tholos” or “beehive” domes result from an ancient tradition of construction, which produced traditional architectures and rural and urban dwellings characterized by environmental performances in hot and dry climate regions. The Syrian architectural culture of the earthen beehive domes “qubab” is rich and varied: in Syria the houses with domes, built in adobe bricks, can be found as little groups of houses or bigger villages composed of hundreds of domes near Aleppo / Sfirs, Homs / Hama, and along the Euphrates River.

There are only very few studies interested in constructions with domes in Syria, although they represent one of the most interesting particularities from the Syrian traditional architecture, and constitute an important chapter of a shared heritage in the Mediterranean area.

This paper presents part of the results of the ‘Coupoles Et Habitats, Une tradition constructive entre Orient et Occident’ project, funded by EACEA of European Commission.

This project, focused on a strong interdisciplinary approach, is implemented in cooperation between the Syrian authorities in charge of Culture and Heritage and a group of European specialized institutions (I, F, B, E, GR) with complementary profiles and competencies.

The main objective is to document the unique historical landscape of earthen dome villages in northern Syria that has continued to express the complex relationship between the environment, people and architecture over thousands of years. A second objective is to examine the common roots between East and West demonstrated by the astonishing diffusion of corbelled architectural and building culture all over Europe and the Mediterranean.

1. PROJECT: BACKGROUND, OBJECTIVES AND ACTIVITIES

The dome building is a cultural heritage architectural and construction technique shared between East and West.

The interest to deepen the knowledge of this architecture and to draw attention to a world heritage in danger, has given rise to a 24-month project focused on earth architecture domes in Northern Syria. The project "Domes and Habitats, a building tradition between East and West", is part of the "Culture 2000" European program and is developped by the University of Florence (coordinator), Hellenic Society (GR), École d'Avignon (F), CNR-ICVBC (I), Universidad de Valencia (E), University of Liege (B) and Directorate General of Antiquities and Museums of Syria.

The project studies at same time the origins of corbelled dome architecture and ‘tholos’ in Mediterranean Region (Syria, Greece, Etruria, Near East, Italy and Portugal) and the today Syrian earthen corbelled dome architecture in its rich variety of history,

architecture, construction methods, art and traditions, binding Syrian earthen architecture to deep roots.

The programme of activities aims at:
- studying with an exhaustive and inter-disciplinary approach, the construction “language”;
- developing training and information activities towards the persons in charge of this heritage;
- developing activities of dissemination of knowledge linked to this shared heritage, by an exhibition (models, pictures, models CAD 3D, educational notices), and a catalogue of the exhibition;
- defining recommendations for conserving this heritage.

A field mission took place in spring 2008 in selected villages of the west region of Lake Jabboul and Lake Assad, and in the east region of Hama (Fig.1), during wich the following scientific tools were applyed:
- analysis and characterization of materials, building techniques and construction process;
- survey and modeling 2D and 3D architectures dome;
- mechanical analysis of domes by direct analysis of the forms, building elements and materials;
- archeotechnical analysis building process;
- archeometric analysis of building materials.

The main scientific goal is the identification of a building culture and conservation strategies according to user needs, technical risks reduction and improvement of building process efficiency.



Fig.1 - Selected villages for field surveying. (credits: Picture from Google Earth redrawn by Dipasquale L. 2009)

2. DOMED VILLAGES CONTEXT

The earthen architecture is deeply rooted in the Syrian tradition: the excavations of ancient times have shown that in Mureybet, a Neolithic site in the middle valley of the Euphrates, the population has used the earth associated with pebbles and elements of wood and straw to build the oldest type of circular houses of the region and probably in the world. Many factors affect the characters and distribution of corbelled earthen domes: geographical, climatic, water and building earth localization, traditional, social and economic. The territory of the northern Syrian plains was for centuries a favorite place for tribes of nomadic or semi-sedentary herders of sheep and goats rarely. It is a region of hills and plains, bordered by rivers during the rainy season and early spring, adapted to grazing, where the Bedouin tribes were organized into small villages, preserving their traditional way of life based on economy of sufficiency. The villages are located near water points at the foot of hills, often on the ruins of former Byzantine colonies settlements.

3.THE URBAN MORPHOLOGY OF VILLAGES

The principles of transition and self-construction that characterize these ways of living are the basis for understanding the process of formation and evolution of these settlements.

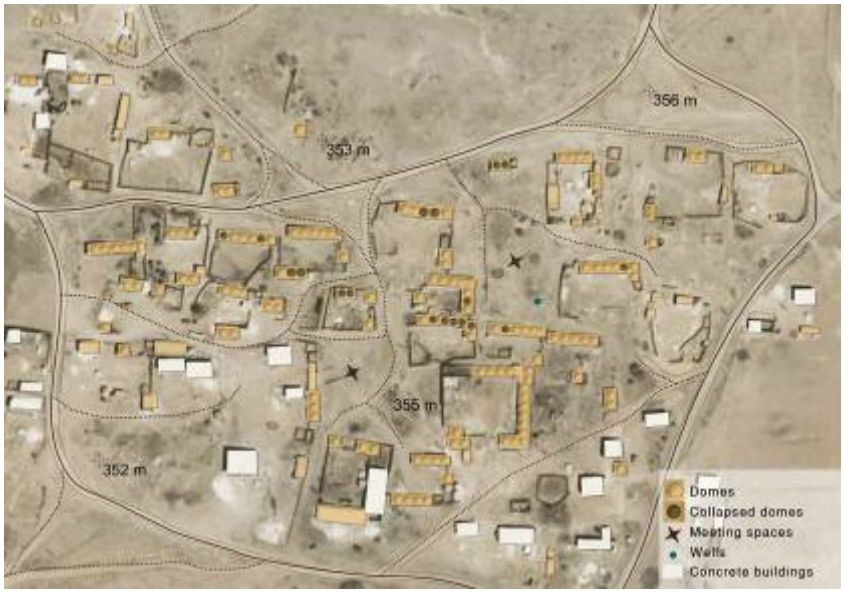


Fig.2 – Plan of the village of Arbaia. (credits: Picture from Google Earth redrawn by Devaux E., Dipasquale L. 2009)

The urban organization of these villages, whose habitat is still organized in groups more or less dense, are built in two main types of arrangement: "free" or "structured". The "free" organization (Fig. 2) presents housing units dispersed over the territory and an irregular and spontaneous path system. The "structured" arrangement presents an organization of the location of housing units, often in blocks, and a structured disposition of the circulation and meeting spaces.

4. THE ARCHITECTURAL MORPHOLOGY OF CORBELLED DOME HOUSES

The earthen dome house originated and evolved over time, stemming from a willingness to apply and develop the most appropriate solutions to meet human needs in relation to the potential and resources of the environmental context. The geometry of the dome itself is not a product of clear intent, but is rather a product in its form and design of the collective intelligence of communities inhabiting the regions of the Middle East (Fig 3).

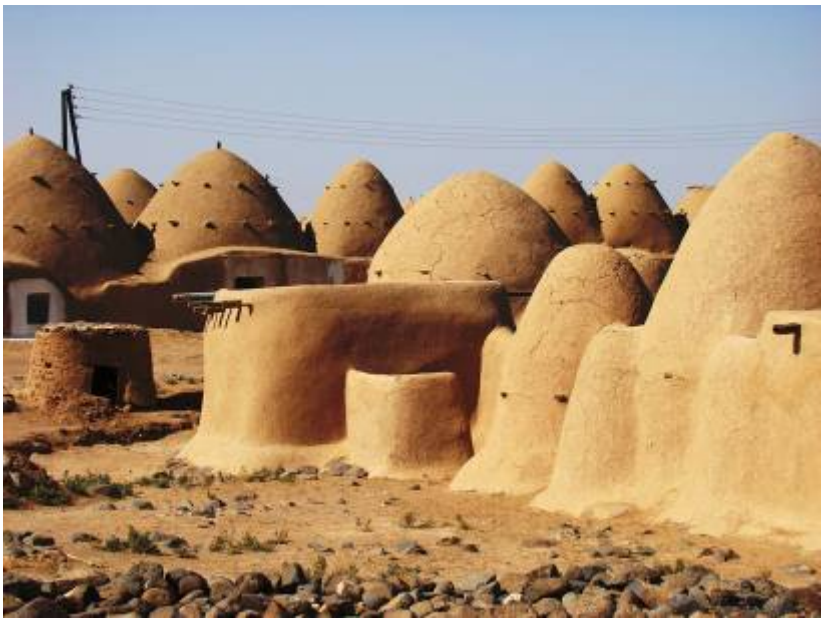


Fig.3 – Photography of the village of Arbaia (credits: Nazir Awad, 2008)

4.1 The living unit (*dar*)

The construction model is based on the combination of several cells or blocks, which are arranged around a central courtyard. Built spaces are reduced to a minimum: the daily life of the family, the daily preparation of bread, meals, family reunions and children's education and play, is spread out.

The basic forms of aggregated units, though not easy to categorize, can be distinguished as either 'closed' and 'open'. In the former, a central space is enclosed by buildings and a fence wall with a small entrance passage. This fence wall is generally low, thus allowing a view of the courtyard while still preventing access by animals or outsiders, though only in rare cases is it secured by locking. In the latter case, the organization is rather different: the main unit can be surrounded by other complementary buildings but the limits of the units are not defined. Communal and private spaces in this case are somewhat mixed up where areas belonging to a particular house may also be used as common thoroughfares.

Individual domes group together to form dwellings which, in their various forms, depend on certain factors related to the social characteristics of the owner/builder of the house: the state of well-being of the family, the frequency with which the building is used, type of farming adopted (crop-agriculture or pasture), and the number of components in the nucleus (Fig. 4).

In the courtyard (*Haush Sahn*) are spread the various functional cells for housing, surrounded by a fence wall in the ground (*sur*) or by the construction of the house. It is a space highly dwelt: here can be found small fences or shelters for animals, small domes used as chicken coops (qunn) and in some cases, a fireplace, for the preparation of meals at the center of the courtyard, or in an adjacent area to the house, you can find a well, (be'er) able to meet the water needs of the family.

The unit is ordered from the main unit housing function, which can be formed from a single building, with an internal length of about four meters each side, or two blocks, connected to each other, through an arch, called *qantara* or *nhit*. The main cell, used for livign, is frequently oriented on the line north-south, with the main opening to the south, to benefit of solar irradiation, which penetrates from the large opening, and the intention to protect the house from winds from the east and north-east. This space has

a multifunctional character: during the day it offers an area of residence and shelter from the harsh climate and during the night it hosts mattresses for sleeping. Around this space other cells are added over time, each of them with its own specific role. There exists an implicit hierarchy in the relative position of the dwelling area in respect to the storage area.

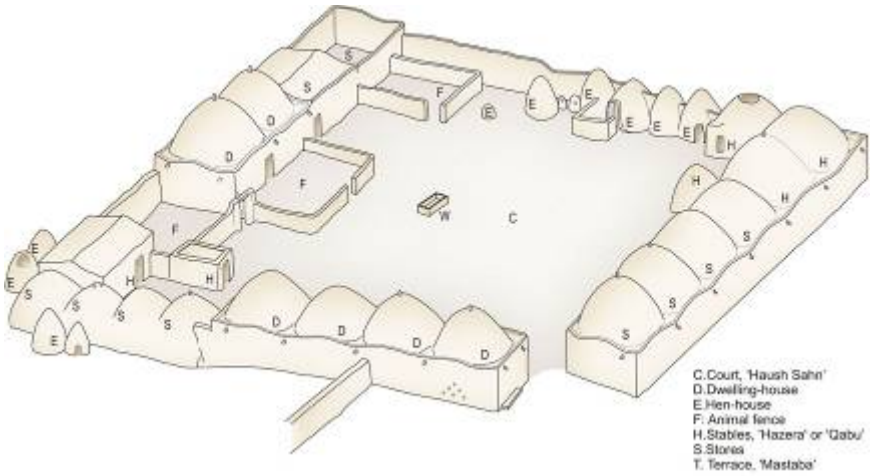


Fig.4 – Drawing of a living unity in Oum Aamoud Seghir (credits Onnis S, Dipasquale L., 2009)

Besides, the dwelling area usually has a raised terrace (*mastaba*) from the ground at the main entrance of the house.

The interior is free of fixed furniture. Blankets, and in some cases, thin mattresses are placed in a corner of the room (frash), one over, and only at night, are arranged on the floor, to sleep. The objects are placed in niches (*khezana gedaria*), produced in the thickness of the masonry. The main walls for housing can be decorated with reliefs (*raff*), always made in earth, which include floral or geometric pattern, or form small shelves. The holes are small and rare. They consist of small slits in square, rectangular and round (*taqa*) and are usually oriented towards the east or the west, to capture the summer breezes, and to allow night ventilation and daylight weak. In the most recent housing is often found windows (*nafeza* or *shubbak),* which are almost always on the main prospectus.

4.3 A classification of corbelled dome houses

The repertoire of dome-shaped structures, while referring to a constructive one, which is the cover dome bricks arranged overhang, is available in a wide variety of types. The typological solution adopted is strongly linked to resources and availability of materials from the place where the building is born, and how the original model has undergone changes in order to better adapt the space to the needs of housing.

From the variety of domes observed, we can identify types of constructive applications which are meaningful, differing from the other formal and constructive character. Nevertheless the imposing character of the dome in its building's shape, independently from the architectural variants to be shown in this text, the lay-out of these cell unities is always square. Occasionally, there exists however some circular modules of reduced dimensions which are used for storing, and also covered by smaller domes.

The different height of the perimeter wall and the domes profiles may help to distinguish clearly different types of domes in the vernacular landscape of the northen villages in Syria (Fig. 5):

- *Simple dome,* in which the dome rests on a stone baseboard that rises a few cm respect to the campaign floor. The building has ogival profile; the shell of the dome

is entirely visible from the archway soffit or the extrados. The size of the Sultan domes plants observed vary in a range of 3,0-3,5 m 3,0-3,5 m. The height is variable from 4.0 m to 6.0 m.

- *Sultanya Dome* The building consists of a wall box, with dome cover profile ogival-paraboloid. From the outside the two elements, the box walls and dome, are clearly identifiable, however from inside the transition from one rectangular box and cover move occurring seamlessly. The box has a square base of a plant the size of which is varying from 3.00 m but 4.50 m. The development ranges in height from 4 m to 6 m.
- *Domes set on low stone basement*: The building comprises a stone basement, of variable height, and a shaped profile at the aperture, on which rests the adobe dome.
- At the formal level, this type is due to the real dome, while the characters and structural design are those of the Sultan dome. The roof dome is not enclosed by a wall, but its shell is visible from the archway soffit or the extrados. Sizes in plant development and height are contained in 2.5-4 m
- *Plan roof Domes*: the dome is not completed, but the top is closed by a cover with a wooden structure covered with earth. This type of construction is now widespread in the villages near the Euphrates River, where the availability of wood branches helps cutting the dome's construction by a flat roof.
- *Smaller domes in cob:* this type of dome is used only for the service areas (stock, silos, animal shelters), and the structure is made of earth shaped by hand and stone.

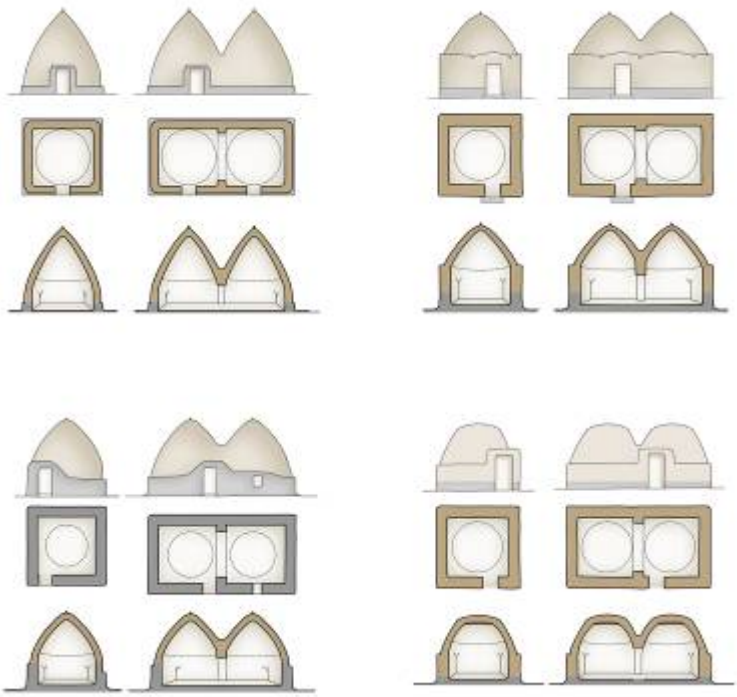


Fig.5 – Main types of domes in the Syrian vernacular landscape. From top left: Simple dome, Sultanya Dome, Dome set on low stone basement, Plan roof Dome (credits Dipasquale L., 2009)

5. BUILDING CULTURE OF CORBELLED DOME ARCHITECTURE

5.1. Materials

In the conditions of scarce resources of the steppes and the uplands of Northern and Central Syria, the availability of a material such as earth, thanks to its ability to integrate other materials and its cultural plasticity, results in a high level of cultural diversity as regard to building techniques.

The manufacture of bricks is still today a family production under the supervision of an experienced builder, the *muallem*. Preparation of the earth mix is done by the men, while women shape the bricks with the help of a wooden form: the involvement of the whole family in the construction process (collectively *gath elleben*), which also involves children with different tasks depending on their ages, is significantly reducing the cost of the bricks.

The earthen masonry technique (*adobe*) is integrated, for buildings of modest structural and functional importance, with the technique of *cob*, which is an *in situ,* hand-modeled earthen wall.

New industrial materials have been introduced in the last decades for their ease of use and connotation of modernity: still using a smaller part of the traditional architectural knowledge (design and construction). These materials do meet certain requirements such as reduction of maintenance needs and identification with the urban and modern way of life, but they fail, however, in other more important requirements such as hygrothermal comfort, energy efficiency and general sustainability: environmental, economic and cultural.

5.2 The building process

Once the location and orientation are determined, the perimeter of the building is traced. The mason digs until he finds a solid layer of soil (average depth 40-60 cm) and builds the foundation with stones and earthen mortar. Above the foundation wall a stone wall of variable height is built, upon which the earthen masonry wall will be erected.

The elevation wall is interrupted for openings, niches and for the arch linking two cells. The wall is built in horizontal layers, with particular attention given to the connection between the walls; at a variable height before starting the pendentive the arch is built, which will support the bricks of the former (Fig. 6).

The base of the dome is a stone and mud wall, dug into the ground until the depth of a solid layer: the buried part of the wall is the foundation, normally with the same thickness (65-80 cm) of the supported wall, while the part above ground level is a socket to protect the building from erosion by rain water and soil dampness.

The stone walls are usually protected by an earthen plaster, often finished with a coat of limewash The stone walls are always composed of two external vertical layers, not connected by orthogonal stone elements; the space between is filled by a mixture of earthen mortar and small or medium sized stones, in a double wall technique. The mortar is made with earth (clay and sand), and sometimes added with straw.

The earthen brick (*adobe*) wall is an elevation wall built on the base, a characteristic of the sultan dome houses. The wall is usually three-headers, sometimes four, thick. The two heads wall thickness is found only in the case of small and light domes or for flat-roofed buildings. This kind of wall is part of the building system of sultan dome houses.

The size of the brick varies from village to village, having regular proportions between the three dimensions of the brick, and in particular the approximate ratio of 1:2 between width and length of the brick: the average size is 20 cm x 40 cm x 10 cm. The horizontal and vertical joints, which have variable thickness, when skilfully done, are made with sieved earth mortar, often mixed with straw. The realization of a ‘three headers’ wall is regularly accomplished by alternating the brick layers and avoiding the alignment of vertical joints.

The set of building parts realized to achieve the transition from the square base wall or elevation wall to the circular base of the dome, more or less regular, in is called ‘pendentive’: the rows of bricks gradually take the shape of the internal perimeter from a square to a circle.

The use as a shelf of a piece of wood or a stone in the corner allows a greater overhang, facilitating the creation (i.e. less then 12/15 rows) of a circular base for the first brick layer of the dome. The height of the starting point of the pendentive varies from 20 cm above the floor (normal dome), up to 1.5 meters (more common) or more (sultan dome).

5.3 The corbelled dome

The corbelled dome is realized by laying the earthen bricks according to a continuous helicoidal spiral, tapered and often tilted towards the centre.

The laying of the bricks according to a spiral permits laying in continuity without interruption and completing the horizontal rings with brick fragments. The mason lays the bricks, perched on the ring of the dome, in an anti-clockwise direction to favour the use of his right hand. This allows the construction process to proceed more efficiently, without any scaffolding or need to adjust the bricks.

The mortar is made with earth (clay and sand) and sometimes straw, as for the mortar of walls. The thickness of the mortar is considerable (2 cm) compared to the thickness of the brick (4-6 cm).

The overhang of bricks in relation to the lower layer is obtained by hand and without instruments. In most cases the bricks are tilted a few degrees toward the centre of the dome. On the top of the dome the laying beds are more sloped inwards due to the weight of the jutting bricks and the amount of mortar used for laying.

The mason, balancing himself on the ring of bricks backs up as he lays the bricks. When the top of the dome is approached the working position becomes increasingly awkward and dangerous, the rhythm is slower even for the harder work of lifting bricks up to the working layer, until the point where the mason is forced to work from the outside, finding foothold on the protruding stones with arms outstretched to lay the bricks. The protruding stones, flat and long (sometimes replaced by wooden elements), are fixed in the dome wall to protrude in an appropriate measure to support the foot of the constructor.

The top of the dome is executed with great accuracy, both formal and functional, as this part is the most prone to degradation and the most architecturally expressive. The tantour is a sort a pinnacle fixed on top of the dome as a completion. It consists of two parts: the pinnacle itself and the bricks where the tantour is fixed. At the top of the dome when the arrangement of the bricks into a spiral becomes difficult, the mason lays bricks horizontally to close the void, adds layers of clay mortar and fixes in a standing stone, the tantour, at the top.

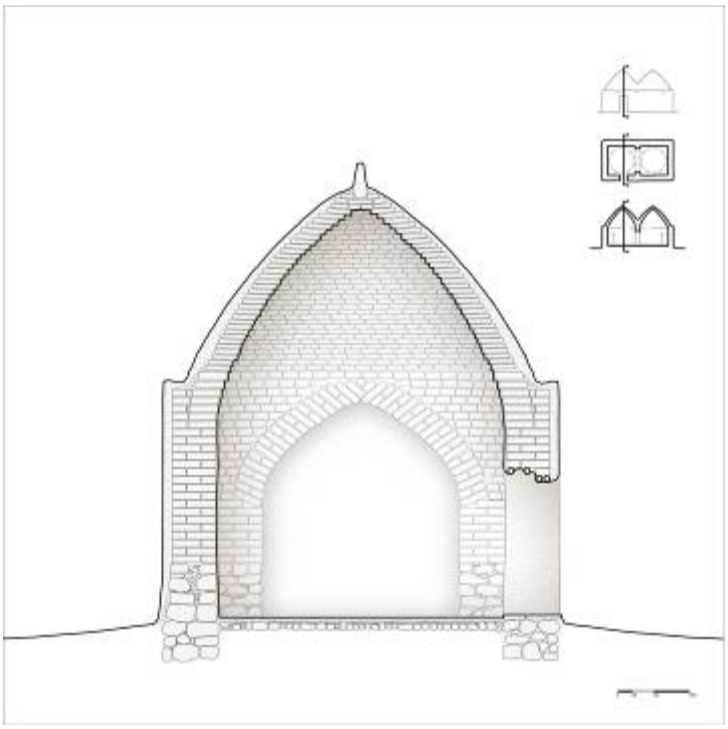


Fig.6 – Vertical construcitive section of a Sultanya Dome (credits Onnis S., 2009)

6. CONSERVATION OF CORBELLED DOME ARCHITECTURES

The conservation of corbelled dome buildings has always been part of a natural process developed over the decades by the population of northeast Syria, who has passed from generation to generation the tacit knowledge associated with the practice of construction of buildings and regular maintenance, in order to prolong their useful life. Practices such as the remaking of the plaster coating every year after the rainy season, or making sure that capillary moisture or any kind of infiltration does not affect the walls built of earthen bricks, have been for many decades part of the natural process of maintenance.

If this process is interrupted for any reason (because of cultural and/or technical factors), then the building falls into a progressive state of degradation, which could be stopped only if maintenance is carried out in time, because the earthen material is particularly vulnerable to the degradation produced by certain environmental agents. The collapse of a portion of walls, for example, can cause the collapse of the whole building, and the rain water that infiltrates from this failure can reduce the resistance of the material. Nowadays, corbelled dome houses, are in different states of conservation depending on the village: in those where people live and still have a strong care for the maintenance of the houses, they are in good condition; in those where the population has begun a process of migration, and when there is no longer an emotional link with the buildings, they begin to deteriorate gradually; abandonment is, therefore, the primary agent of degradation.

6.1 The cultural factors of degradation

The advent of modernity has led, on the one hand, to the migration of populations towards the city, and hence the abandonment of the domes, and on the other hand, to the emergence of new constructions with types and techniques that do not comply with the originals, which are gradually changing the character of the villages. Most types of deterioration in the corbelled dome buildings are the result of this gradual process of abandonment and lack of care. This phenomenon is increasing because of a disinclination of the inhabitants to value the heritage that this singular architecture

represents.The new mentality rejects traditional constructions as being associated with the poverty and self-sufficiency of the past. So, the first step to stop the abandonment and the deterioration process must be made from a reflection on the possible adaptation of these spaces to the contemporary needs of the inhabitants.

6.2 The technical factors of degradation

The corbelled dome structure, from a geometric point of view, is stable, and if it is well made, it seems to be an excellent solution both from constructive and functional aspects; its weakness is the material vulnerability (the earth) to environmental actions, which increases if the dome is subject to a lack of regular and careful maintenance.
The static principles that the earthen bricks system is based on are the same as for the simple masonry construction: the structural elements (walls) work in compression. However, earthen constructions have lower mechanical performances (in terms of strength and stiffness), which can promote the development of certain types of pathologies. Earthen constructions also differ from brick masonry substantially for an especial sensitivity to the effects of water: the water runs down the wall or goes up through capillary moisture, which, if not checked, can produce numerous pathological effects. Since the earth is essentially an inconsistent material, it can take on several states depending on the water content. Particular attention should be directed to the solutions that ensure the protection of buildings from rain, capillary humidity and any type of infiltration.

6.3 Strategies and actions for the conservation of corbelled dome villages as urban and architectural landscape

As in any other part of the world where vernacular architecture still survives changes in the traditional economy, in this case of the beehive domes, the choice arises between either:

- conserving and restoring vernacular architecture independently of the disappearance of the social and economic context that once generated it;
- or allowing change to take its course and consequently the gradual extinction of such architecture.

Maintenance, conservation and restoration works in vernacular architecture represent a preponderant economic investment in manpower, one that remains in the area of the restored building, while any new-built building represents a preponderant investment in newly-bought materials or machinery, both of which come from other cities or even other countries. That is to say that any investment in restoration is to the advantage of the development of the local economy through the work given to its craftsmen, artisans, carpenters, smiths and local small industries.

Restoring these dwellings is indeed possible, however, even employing traditional materials and techniques for repairs, attitudes would differ from a local inhabitant who would otherwise discard any reparation and rebuild the whole building. Restoration may and sometimes must resort to the reproduction or interpretation of local constructive techniques or even to the innovation of solutions in order to achieve maximum suitability and compatibility with the existing building (Mileto and Vegas, 2009).

Bibliography

AAVV (2004). *Terra Incognita: Discovering and Preserving european earthen architecture*, Ed. Argomentum/Culture Lab Editions, Lisbon

AA VV (2004) *Traditional Syrian architecture,* Ecole d'Avignon for the CORPUS Levant Team, Avignon

Aljundi, G. (1984), *L'architecture traditionnelle en Syrie, Etablissements Humains et environnement socio-culturel*, UNESCO

Aurenche, O. (1977), *Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien,* Lyon

Aurenche, O. (1981), *La maison orientale. L'architecture du Proche Orient Ancien des origins au mileu du Quatrième Millénaire*, Librairie Orientaliste Paul Geuthner S.A., Paris.

Aurenche, O. (1984), *Nomades et sedentaires. Perspectives ethnoarchéologiques,* Ed. Recherche sur les Civilisations, Paris.

Besenval, R. (1984), *Technologie de la vôute dans l'Orient ancienne,* Synthèse n. 15, Ed. Recherche sur les civilisations, Paris.

Mecca, S. & Dipasquale, L. (2009), *Earthen Domes and Habitats. Villages of Northern Syria. An architectural tradition shared by East and West, ETS, Pisa*

Notes
(1) Research Center on Innovation and Local and Indigenous Knowledge Systems

Curriculum
Saverio Mecca, architect, full professor from University of Florence, Department of Architectural Technology and Design. Director of Undergraduate Course "Scienze dell'Architettura", Faculty of Architecture ; director of INN-LINK-S Research Center on Innovation and Local and Indigenous Knowledge Systems - University of Florence.

Letizia Dipasquale: architect graduated from University of Florence 2006; she is doing a PhD in Technology of Architecture at the University of Florence; she has worked in several pubblications about vernacular architectural heritage and as research assistant in the "Coupoles et habitats" Cultura 2007 project.

EN BUSCA DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO

Carlos Alberto Díaz Riveros
Corporación Universitaria del Meta
Carrera 32 No 34b-26 Barrio san Fernando Villavicencio Meta, Colômbia
Tel 6621825 ext. 108, E-mail: carlos.diaz@unimeta.edu.co y cdiazr@javeriana.edu.co

Tema 2: Patrimonio y Conservación.
Palabras clave: Patrimonio Cultural, Valorar, Arquitectura Vernácula, Adobe, Siglo XIX y XX.

Resumen
Villavicencio es una ciudad localizada en el Departamento del Meta, en la región de la Orinoquía Colombiana, siendo uno de los más extensos del país, con una gran riqueza hídrica en un territorio apto para el desarrollo ganadero y agrícola. La ciudad se encuentra ubicada en el piedemonte llanero. La ciudad tiene su génesis, en un cruce de dos caminos, por donde transitaba el ganado de los llanos orientales a la capital de la nación. El centro fundacional se divide en cuatro sectores: el área de asentamiento de viviendas, el área de talabarterías, el área de herrerías y alpargates para ganado y el área de desarrollo de la segunda mitad del siglo XX. Este centro histórico ha sufrido diversos eventos incluyendo una subdivisión predial particular que la hace tener la conformación que actualmente presenta. En los sectores mencionados se encuentran edificaciones en adobe. Para el análisis físico se reseñaron 24 manzanas, que poseen un promedio de 32 construcciones cada una. Localizadas entre las calles 36 a 42 y las carreras 30 a 34. Para la selección de las edificaciones se realizaron tres recorridos por el centro histórico con los alumnos de la Corporación Universitaria del Meta, UNIMETA.

Por otra parte, para la comunidad Villavicense la arquitectura del siglo XIX construida en adobe, no motiva ningún interés, ni significación, que justifique la conservación de las edificaciones del centro histórico; por lo cual se plantea la necesidad de realizar un proyecto de valoración de la arquitectura presente allí que le permita reconocer a la comunidad su importancia, valores y potencial. La apatía hacia estas edificaciones se da por el desconocimiento de sus valores patrimoniales, esto debido al imaginario presente en la sociedad, el cual fundamenta los valores de la edificación en el concepto de lo monumental, perteneciente a un lenguaje del periodo colonial o del periodo republicano, desconociendo así el valor de la arquitectura vernácula presente en el centro histórico. En el presente artículo se estudiarán siete edificaciones encontradas en el centro histórico. Identificando su espacialidad, materiales, sistema constructivo y estado de conservación.

1. INTRODUCCIÓN

El territorio de la ciudad de Villavicencio, hoy se encuentra localizada en el Departamento del Meta, en la región de la Orinoquía Colombiana, siendo uno de los más extensos del país, con una gran riqueza hídrica en un territorio apto para el desarrollo ganadero y agrícola, estudiando el territorio desde la geografía se encuentra ubicada en el Piedemonte Llanero.

Las usanzas, hábitos y experiencias producto del intercambio económico del pueblo llanero se hallan entorno al *camino ganadero,* este a su vez encadena una serie de **lugares**, como casa de hato, asentamientos hispánicos, sitios, paraderos, etc. **tradiciones**, como el trabajo de llano, música, danza, gastronomía, etc. y además **costumbres** traídas de diferentes regiones conformando un recorrido que entremezcla paisajes y culturas, los cuales se reúnen en el centro urbano de Villavicencio del siglo XIX.

Ahora bien, el *centro histórico* es producto de una tradición que se convirtió en manifestación cultural: “el camino ganadero”, debido a este transito, se hacen necesarias actividades complementarias como la Herrería, la Talabartería y el Alpargate para el ganado, creando así unos espacios propios para estas actividades.

El desconocimiento de los valores patrimoniales, debido al imaginario presente en la sociedad, fundamenta los valores de una edificación en el concepto de lo monumental, perteneciente a un lenguaje del periodo colonial o del periodo republicano, conllevando a desconocer así el valor de la arquitectura vernácula presente en el centro histórico. Para la comunidad villavicense la Arquitectura del siglo XIX construida en adobe, no despierta ningún interés ni significación, qué justifique la conservación de las edificaciones del centro histórico; por esto, se plantea la imperiosa necesidad de realizar un proyecto de valoración de la arquitectura presente allí.

Al mismo tiempo, se desiste con facilidad de su preservación ante el impedimento de intervenir los bienes culturales construidos en adobe, ya que no existe mano calificada para rehacer o reparar la edificación, ni profesionales capacitados para proponer un plan de trabajo con soluciones adecuadas a las patologías presentes o que se puedan presentar en el futuro, ello conlleva como única solución, a la demolición y la Construcción de obra nueva.

> "Este hecho hace ver que cualquier acción de salvaguardia de la sustancia histórica que constituye esta arquitectura, tiene que estar aparejada a la necesidad de conocer, valorar, difundir, mantener viva y enriquecer los conocimientos que han sido heredados ancestralmente" Guerrero, Uvina, 2004, p. 4).

En conjunto, se deduce de lo anterior: "lo que no se conoce no se puede valorar".

El objeto de la VALORACIÓN es dar a conocer los valores intrínsicos de un bien cultural, por lo cual se utilizo la estructura de valoración (Fonseca, 2000, p.17), la cual se compone de tres elementos a saber: Contexto, Objeto y Sujeto, los cuales se definen, así:

- Contexto: Comprende un espacio geográfico que se hace territorio sociocultural. Éste es el lugar donde la comunidad integra las expresiones culturales que la identifican.
- Objeto: Hace referencia a las expresiones culturales materiales que las comunidades crean dentro de su territorio.
- Sujeto: El sujeto, ya como sujeto colectivo (comunidad) o individual, es quien tiene a su cargo la investigación y el análisis de la información para definir los criterios de valoración. Como sujeto individual representa y se hace vocero de los valores expresados y producidos dentro de un contexto sociocultural.

Uno de los objetos de la manifestación cultural, es la arquitectura vernácula, en ella se hallaron valores culturales; espacialidad, lenguaje, sistema constructivo, repertorio espacial, repertorio formal, significación, entre otras; para aplicar el método, se escogieron siete, entre las *edificaciones analizadas,* las más representativas: Talabartería de los Llanos, Pedregal, Saman, Cabildo Verde, Casa de la Cultura, Restaurante Bastimento y Casa de la Herrería.

2. ANÁLISIS DEL CONTEXTO

En la *valoración de contexto* se presenta un territorio afectado por la comunidad estudiado a través de la memoria; ahora bien, aquí se presentaran los elementos hallados, con valor cultural, como:

Para poder escoger y delimitar estas edificaciones, se decide realizar el RECONOCIMIENTO, este se enmarca en las dimensiones de tiempo y espacio: comunidad, territorio y memoria, con los cuales se profundizo el análisis de contexto,

percibiendo así, elementos con valor, como los arriba mencionados, se sometieron a la estructura de valoración.

El Centro Histórico de hoy, es el resultado del entrelazamiento de dos urdimbres, una primera conformación urbana, data del XIX y otra del XX, la primera, fue originada por el transito desde los llanos San Juan y San Martín a Santafe, esto delimitó o definió el recorrido del Camino Ganadero, de manera espontánea, se enmarca en el funcionalismo ingenuo El arquitecto y urbanista, Aldo Rossi en su texto Arquitectura de la ciudad, plantea, que algunas de las ciudades nacen o tienen su origen, de una manera no planeada o ingenua, ya que entorno al funcionalismo, que en este caso fue, una actividad de transito ganadero, suscitándose la necesidad de servicios complementarios, como las talabarterías, la herrería, entre otras, logran colmatarse como asentamiento, aparecen los oficios, con una espacialidad definida y característica, de forma individual en las edificaciones, se espaciaron, con una distancia aproximada de 200 m.

La evolución nunca se detiene, esta idea también se refleja en lo urbano de forma directa, ya que las elites, que para este momento habitaban en el Distrito Notarial de Villavicencio, deciden junto con la administración local reconstruir la imagen de la ciudad, porque se había venido a menos por las dos últimas conflagraciones. A través de el acuerdo No 6 de 1886, se consolida la idea de continuar el manzaneo, partiendo del primer trazado lineal que surgió del Camino Ganadero, se dispuso un trazado ortogonal, con características similares a los realizados en el siglo XVI, con manzanas de 80m x 80m, el proceso de colmatación se demoró hasta el año 1905.

A lo anterior se le suma otro elemento patrimonial al contexto, es la conformación urbana de siglo XX, se halla circunscrita en la manzana, son las Diagonales, que siendo elemento atípico a la forma urbana nacional, afianza los valores de representatividad, debido a que no se presentan en otros centros urbanos del país; este surge en el momento de la definición de los lotes, por ser la forma mas practica, se facilita medir y corregir las dimensiones o medidas de la manzana, siendo las diagonales.

Inicialmente, en la ultima década del siglo XIX, era un espacio residual, se pensó para en futuro cercano se convirtiera en Plaza, para este efecto se destino la manzana enfrente de la parroquia, sí, primero se edifico la arquitectura, mas adelante en el tiempo se conformo lo urbano, este espacio llevó el nombre de Plaza de Sucre, allí los días Domingos, los campesinos de los alrededores, traían sus productos para la venta, extendían esterillas sobre el suelo, por intención y el obrar de los habitantes villavicenses progresivamente se transformo este espacio en un parque, inicialmente se sembró en el centro un árbol de cobijo, el Saman, posteriormente se sembraron árboles frutales conocidos como mangos, y por último se introducen cuatro bambus en las esquinas y césped, con lo cual se termino de configurar el parque ahora denominado “los libertadores”; para la primera década del siglo XXI el gobierno departamental toma una decisión radical, se retomo como el concepto de plaza inicial, perdiéndose así los bambus, algunos mangos y el césped, con esta intervención se perdió el valor patrimonial, construido por la comunidad, modificando no solo su significación, el legado histórico y la fractura de la memoria urbana y una desconexión de la memoria colectiva en los villavicenses; igualmente el paisaje además del confort térmico del centro.

Los constructores de edificaciones en adobe ubicaron la tierra adecuada para lograran adobes resistentes, los sitios de explotación de tierra y arena, son conocidos los por la comunidad, con la denominación de la Tina y la Hacienda el Buque, Ellos obtenían el material en terrenos cercanos a estos sectores (Pizon, 1982, p.45). Sin embargo la

evidencia física del desarrollo de las edificaciones es el documento que permite establecer su existencia. Las edificaciones del centro histórico poseen desarrollos constructivos que permiten establecer la intervención de un gremio especializado tanto en la preparación del material como en la fábrica de la construcción.

El transito de ganado propicio los oficios y estos a su vez generaron la Arquitectura de los Oficios: Vaquería, Talabartería, Herrería, Alpargates para Ganado, con unas características especificas y propias al uso, la organización, espacialidad, sistema constructivo, obteniendo un conjunto con una significación con la cual se enmarcan los valores arquitectónicos, artísticos, técnicos, documentales y de espacialidad.

Los orígenes de estas edificaciones, provienen de tres idiosincrasias diferentes como: Cundinamarqueses, Llaneros y Antioqueños, los primeros y segundos se relacionaron gracias al transito del camino ganadero, y los terceros fueron traídos con la oferta laboral, ya que era necesaria mano calificada para el trabajo de la carpintería arquitectónica y del repertorio formal.

La Arquitectura de Vivienda se situó en las márgenes de los ríos Gramalote y Parrado en los barrios hoy denominados el Pedregal y Parque Infantil, allí también se puede apreciar la conjunción de los haberes de las tres idiosincrasias, a la hora de construir, ya que al igual, que las edificaciones de oficios, las edificaciones con uso residencial, presentan las mismas características constructivas y reflejando así los mismos valores.

La única Arquitectura de uso Institucional, edificación que en su inicio tuvo el uso de Casa del Intendente con características arquitectónicas vernáculas similares a las edificaciones enunciadas arriba, en la década del 60, la Intendencia Nacional del Meta es denominada Departamento del Meta y la edificación pasa a ser la casa del gobernador, es la hoy reconocida casa de la cultura.

3. ANÁLISIS DEL OBJETO

En el presente artículo se presentara una de las siete edificaciones con valores ubicadas en el centro histórico. Identificando su espacialidad, materiales, sistema constructivo y estado de conservación.

Estudio de caso

Se reseñaron 24 manzanas del centro histórico que poseen en promedio 32 construcciones cada una. Las manzanas están localizadas entre las calles 36 a 42 y las carreras 30 a 34, en Villavicencio. La topografía en las 24 manzanas es en pendiente del 12% en la zona de ladera que se incrementa al 24% al acercase al cerro de la cruz. Para la selección de las edificaciones se realizaron tres recorridos por el centro histórico, con los alumnos de la Corporación Universitaria del Meta. Durante estos recorridos se ubicaron espacialmente tres periodos históricos: finales del siglo XIX, primera mitad del Siglo XX y segunda mitad del siglo XX. Se determinaron estos tres periodos con base en los estudios realizados previamente sobre la evolución de la ciudad de Villavicencio. Según lo anterior, se halló en las edificaciones unas espacialidades propias en torno a los oficios. Así mismo, un lenguaje de arquitectura vernácula y su sistema constructivo en adobe.

Como criterios para el estudio de las edificaciones del centro histórico, se partió de la selección arquitectónica, teniendo en cuenta

1. El sistema constructivo adobe, según los sectores descritos en el capitulo 3, Asentamiento Caño Gramalote, Asentamiento Parque Infantil, Talabarterías, Herrerías y Alpargates para ganado.

2. Luego se tomó la unidad arquitectónica, teniendo en cuenta los asentamientos antes mencionados.

3. Por último, el análisis de los valores estéticos que en los casos considerados confluyen en la espacialidad y el repertorio formal.

Como un factor determinante para la escogencia de las edificaciones de análisis fue el acceso a ellas; ya que en algunos casos no se permitió el acceso a la edificación para realizar el estudio arquitectónico del centro histórico. Para el desarrollo del estudio se planteó el siguiente marco conceptual (figura 1).

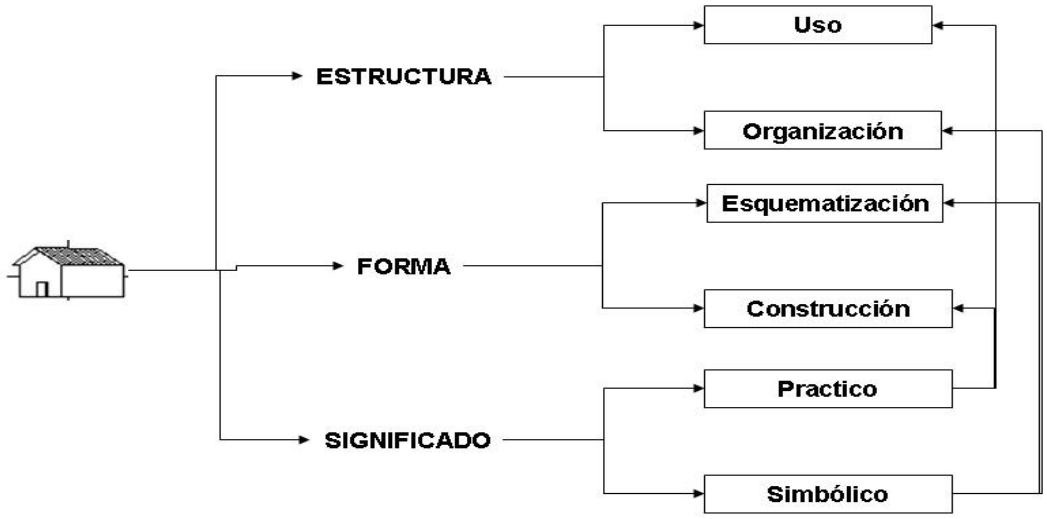


Figura 1: Marco Conceptual aplicado. Tomado de el fenómeno arquitectónico, Andes.

Con el siguiente cuadro se pueden comparar las edificaciones analizadas.

4. ANÁLISIS DEL SUJETO

Entendido como el grupo humano, comunidad o población para quien ha tenido y tiene significado con que ha creado lazos de memoria. Es el significado que la sociedad le imprime al bien.

5. VALORACIÓN DE CONTEXTO

Los valores de contexto son los que continúan seguidamente:

5.1 En el territorio

1) Son vestigios de construcciones que aún conservan las características propias de la vida cotidiana y de la actividad económica con la cual nació Villavicencio.

2) Son desarrollos particulares para lotes con forma de trapecio, produciendo diferentes soluciones espaciales que se adaptan a las formas particulares.

3) Su Implantación dentro del territorio en diferentes topografías dan como resultado diversidad volumétrica ya que cada predio tiene características propias, particulares y únicas a las cuales se deben dar soluciones espaciales.

4) El lenguaje de la arquitectura vernácula aun hoy se puede leer y por consiguiente la percepción de la imagen de conjunto de continuidad y uniformidad horizontal.

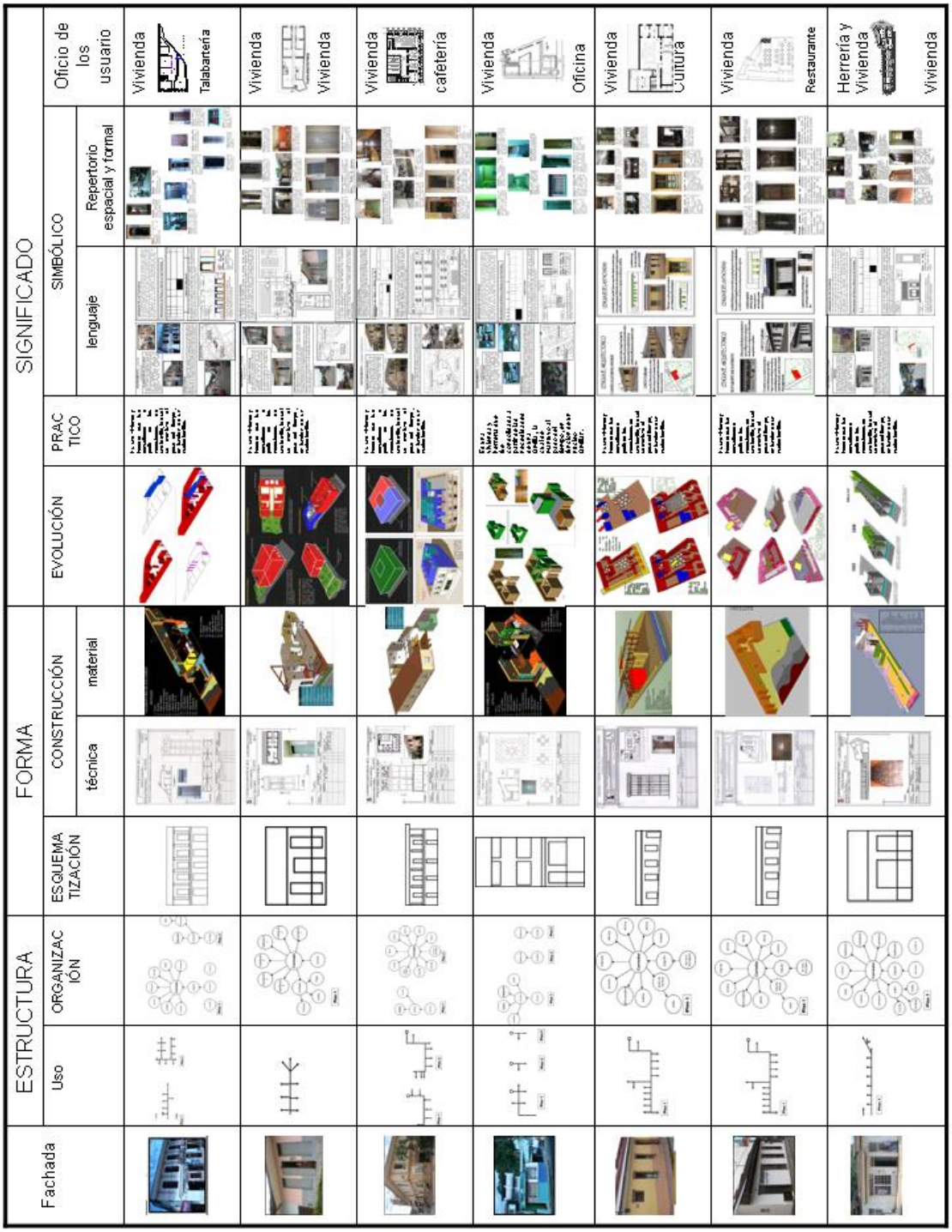


Figura 2: Cuadro comparativo arquitectónico de Centro Histórico de Villavicencio. Elaboración propia. La información es tomada de parámetros para la intervención arquitectónica del Centro Histórico de Villavicencio: Desde la perspectiva del Patrimonio Cultural, séptimo semestre B 2008 del programa de arquitectura UNIMETA.

5.2 En la memoria (historia y tradición)

1) Como testimonio de las Migraciones que consolidaron y afianzaron el desarrollo del llano colombiano, propiciando el enriquecimiento cultural del territorio.

2) Como testimonio del desarrollo de la arquitectura en Villavicencio: en la cual estableció una forma particular de hacer arquitectura, dentro del marco de lo vernáculo, a partir de la confluencia de varias culturas, que llegaron al territorio en

varias migraciones hacia el territorio de estudio, en diferentes momentos del siglo XIX y XX.

3) Las edificaciones como documentos que muestran el desarrollo de un sistema constructivo, materiales, soluciones espaciales que se desarrollaron en el sector.

4) Porque con el desarrollo de estas edificaciones se establecieron fábricas de los oficios en un periodo histórico de la ciudad.

5.3 En la comunidad (Personajes relacionados – los oficios)

1) Como testimonio de los asentamientos desarrollados de vivienda de los Primeros Pobladores de Gramalote que provenían de diferentes regiones del país y que se ha perpetuado como práctica tradicional: Cundinamarqueses, Antioqueños, y Llaneros.

2) Como testigo del desarrollo de los Oficios y la apropiación de familias dedicadas a ellos, como: la Talabartería, iniciada por don Salvador Martínez; y la Herrería ejercida por Don Marco Tulio Hernández. Aunque para algunos oficios no se tenga claridad sobre su impulsor como la vaquería y los alpargates para ganado, éstas actividades se instauraron como actividad paralela a la herrería y surgen como al servicio de la actividad de vaquería.

3) Se establecieron las comunidades religiosas. Quienes inicialmente, llegan en 1904, son los Monfortianos bajo la dirección de Luís María Grignion de Monfort promueven la ampliación de servicios como la tipografía, el banco y además de actividades culturales como el teatro Verdum y la escuela de varones; ellos invitan a las Hermanas Hijas de la Sabiduría en 1905 dirigidas por María Luisa Trichet, para incorporar la educación femenina.

6. VALORES DE OBJETO

Construcción: La forma en que han sido construidas las edificaciones estudiadas de manera tradicional con el empleo del sistema constructivo en adobe.

Valor Cultural: Entendido como el hecho arquitectónico fruto de una actividad desarrollada por el hombre dentro de su ciclo vital y representación de una forma de vida y de actividad cultural.

Valor Estético: Es el valor mediante el cual se reconocen la calidad artística, de estilo, diseño, técnica, y función que pertenece a una época, como se relacionan a continuación: Como expresión formal-conceptual, De repertorio formal, Unidad formal, Armonía formal, Integración plástica, Juicio Formal, Valor de autenticidad, Valor arquitectónico, Valor ingénito o de antigüedad, Valor simbólico y Valor original material.

7. VALORES DE SUJETO

Los valores del sujeto parten del análisis de contexto, utilizando la profundización en la comunidad, son dos:

7.1 Vida cotidiana

- Estas edificaciones son testimonio, de un momento histórico a nivel político, económico y de consolidación de la ciudad.

- Muestran como fueron los primeros desarrollos arquitectónicos de las comunidades que dieron origen a la actual ciudad,

• Revelan cómo era la espacialidad que permite entender la vida cotidiana de la época

7.2 Desarrollo de los oficios

• A nivel ciudad, permiten entender porque estos oficios se desarrollaron en estos sectores particulares y porque se dio el desarrollo de estos oficios y no otros.

• Las edificaciones a través de su espacialidad revelan como era el desarrollo de los oficios, cuáles eran sus requerimientos espaciales, de áreas, y de funcionalidad.

• Como estos oficios le dieron una dinámica económica a la ciudad, que le permitió consolidarse y convertirse en la capital de departamento que es hoy.

8. PROPUESTA DE ACTUACIÓN

Entendida como los criterios y lineamientos que sirvan para la preservación y puesta en valor de las edificaciones se recomienda, interesar a los siguientes actores locales:

8.1 Entidades gubernamentales

- Talleres con la comunidad que resalten la representatividad y pertenencia de estas construcciones de la cual carece actualmente la población. Fortalecimiento de la cultura y educación ciudadana frente al patrimonio.

- Gestión que permita aprovechar los potenciales que ofrece la ciudad a nivel turístico, integrando el centro histórico dentro de estos programas, mostrando el origen de la ciudad y los oficios que allí se desarrollaban. Conformación de bases de datos con el registro y potencial de cada edificación, para formar recorridos y paquetes turísticos.

- Puesta en valor de las construcciones en adobe que dieron génesis a la ciudad.

- Generación de proyectos de protección para las edificaciones que posean un valor representativo para la ciudad.

- Políticas públicas que permitan reutilizar o mantener estas edificaciones.

- Proyectos que permitan conservar el centro histórico y sus edificaciones.

- Asesoría técnica a los propietarios de manera que les permita mantener el inmueble.

- Difusión a nivel regional y nacional de los oficios tradicionales y puesta en valor de ellos dentro del centro histórico.

8.2 Sector

- Conformación de entidades que con el acompañamiento de planeación de Villavicencio velen por la protección de estas construcciones que son patrimonio de la ciudad

- Conformación de recorridos por las casas donde se conservan los oficios, que generen turismo y entradas a sus propietarios que permitan mantener estos inmuebles.

8.3 Propietarios

- Puesta en valor del inmueble que poseen y sentido de pertenencia que permitan que el inmueble no siga sufriendo alteraciones inadecuadas.

- Mantenimiento preventivo que permita mantener los inmuebles en buen estado.

- Búsqueda con el sector privado y público de reposicionamiento del sector y del valor de las edificaciones para la memoria de la ciudad.

- Garantía de sostenimiento del inmueble dentro de condiciones dignas.

- Potencialización a nivel turístico de su oficio.

- Dinamizar en conjunto con otros propietarios y a nivel sectorial el valor patrimonial que posee.

8.4 Pasos a seguir

- Se propone desarrollar a nivel Centro Histórico el desarrollo de parámetros para la intervención arquitectónica y normativa para ella.

- Se propone desarrollar a nivel contextual o de manzana el planteamiento de parámetros.

- Se propone desarrollar a nivel de edificación la aplicación de la valoración para llegar a la norma del plan especial de manejo y protección PEMP Arq.

En conclusión se puede decir que las construcciones analizadas en adobe en el centro histórico de Villavicencio, poseen características que las hacen únicas y particulares por las cuales deben ser conservadas ya que por su desarrollo espacial, forma, uso y materialidad son representativos del origen de la ciudad que sirvan como testimonio para las futuras generaciones.

Bibliografía

Aponte, S. (2004). *Pescador de tradiciones*.

Caballero, J.; Fonseca, L. (2000). Aproximación al inventario-valoración. *Revista Proa*, pp. 17-28.

Chicangana, G. (2008). *Estudio del riesgo sísmico en Villavicencio*.

Convers, S. (1940). *Bodas de diamante de El Buque*.

De La Pedraja, R. (1984). *Los Llanos: colonización y economía*.

Espinel, N. Villavicencio (1989). *Dos siglos de vida comunera, 1740 – 1940*.

García, M. (2003). *Persistencia y cambio en la frontera oriental de Colombia: el piedemonte del Meta*.

García, M, (1997). *Un pueblo de frontera Villavicencio 1840 – 1940*.

Guerrero, L. F. y Uviña C. F. (2004). Interpretación del patrimonio tradicional construido en tierra como factor de desarrollo. *Boletín Gestión Cultural* Nº8, tomado del Portal Iberoamericano de Gestión Cultural,

http://www.gestioncultural.org/gc/boletin/2004/boletinInterpretacion.htm#guerrero. (Consultada: 9/04/2008)

Pinzon, R. (1982) En la Puerta del llano.

Curriculum:
Carlos Alberto Díaz Riveros. Arquitecto, Magister en patrimonio cultural y territorio de la Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de tesis: En busca de la protección del patrimonio construido en adobe: Estudio de caso del centro histórico de Villavicencio, Colombia, Siglos XIX y XX. Profesor investigador en la Universidad del Meta, en Villavicencio, en las asignaturas: Intervención en el valor histórico e Historiografía del urbanismo.

EXPERTS WORKSHOP ON THE STUDY AND CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE IN THE MEDITERRANEAN REGION

Maddalena Achenza
Labterra - DiArch
Università degli Studi di Cagliari, Facoltà di Architettura
Palazzo Cugia, Via Santa Croce 62, Cagliari
Tel. (+39) 0706755807, Fax (+39) 6755816
E-mail: labterra@unica.it

Claudia Cancino
The Getty Conservation Institute
1200 Getty Center Drive, Suite 700, Los Angeles, CA 90025, USA
Tel. (+1) 310 440.6228
E-mail: ccancino@getty.edu

Mariana Correia
Escola Superior Gallaecia
Largo das Oliveiras, 4920-275, Vila Nova de Cerveira, Portugal
Tel. (+351) 251 794.054
E-mail: arqmarianacorreia@gmail.com

Amila Ferron
The Getty Conservation Institute
1200 Getty Center Drive, Suite 700, Los Angeles, CA 90025, USA
Tel. (+1) 310 440.6780
E-mail: ccancino@getty.edu

Hubert Guillaud
CRATerre-ENSAG International Centre for Earth Construction -
School of Architecture of Grenoble
60 Avenue de Constantine BP 2636 F – 38036, Grenoble CEDEX 2, France
Tel. (+33) 47 669.8381
E-mail: hubert.guillaud@grenoble.archi.fr

Theme 2: Heritage and Conservation
Keywords: Mediterranean, conservation, sustainability

Abstract:
The study and conservation of earthen architecture has developed significantly throughout the last two decades in the Mediterranean region. To initiate greater cooperation among Mediterranean countries, a group of professionals with expertise in the subject from eleven representative countries convened for a series of structured discussions - within the framework of an Experts Workshop - on the challenges facing the field. The ultimate objective of the workshop, which occurred in March of 2009 on Sardinia in Italy, was to develop an action plan for coordinating the advancement of the discipline within the Mediterranean region. The participants identified training and research needs, priorities, available resources, and potential strategies for two themes: the conservation and management of earthen sites and earthen architecture for sustainable development.
The recent development of the study and conservation of earthen architecture in the Mediterranean region has been accomplished through a series of international conferences, training initiatives, formation of national and international committees and the resulting network of practitioners, scientists and academics. Seeking to facilitate the development the field within the Mediterranean region, Project TERRA - a collaborative initiative of the School of Architecture of Grenoble (CRATerre-EAG), the Getty Conservation Institute (GCI), and the International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCROM) - initiated the TERRAMed project in 2004 to collect and analyze information on past and present activities in Mediterranean countries. In 2005, the Diparch- Universitá di Cagliari (UNICA), the Escola Superior Gallaecia (ESGallaecia) and CRATerre-École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (CRATerre-ENSAG) organized the first Mediterranean

Conference on Earthen Architecture (MEDITERRA 2009). GCI joined the group to co-organize an experts workshop as part of the MEDITERRA 2009 general program. This paper presents the planning process, identified objectives, action plan development methodology, and general discussion of results from the Experts Workshop.

1. **BACKGROUND**

Earthen architectural heritage is of remarkable significance as a testimony to human development and adaptation to environment. There is a wealth of earthen architectural heritage worldwide—from historic city centers and vernacular cultural landscapes to some of the world's largest archaeological sites. Conserving this legacy is a formidable task that requires sustained commitment, interdisciplinary effort, and international cooperation. The late 1980s and 1990s witnessed considerable advancement in the field of earthen conservation through a series of international conferences, training initiatives, and the formation of national and international committees devoted to the cause. Through these opportunities for exchange, a network of practitioners, scientists, and academics was established. Institutional commitment has lagged behind, however, along with support for larger scale initiatives and collaboration. Institutional involvement and cooperation are key to developing the broad-based support needed for the conservation of earthen architecture. In November 1997, following their collaboration on PAT96 (the first Pan-American Course on the Conservation and Management of Earthen Architectural and Archaeological Heritage), the International Centre for Earth Construction - School of Architecture of Grenoble (CRATerre-EAG), the Getty Conservation Institute (GCI), and the International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCROM) established a joint program called Project TERRA to further study the conservation of earthen architecture. Aware that the study and preservation of earthen architecture has been a priority for different national and international organizations in the Mediterranean region, Project TERRA took a first step towards an assessment of current practices and the state of the field in each country. In 2004, the TERRAMed (1) project was initiated to collect and analyze information of past and present activities organized in different Mediterranean countries. The ultimate objectives of this study were to identify key players in the region and to organize an expert's workshop to facilitate the discussion of needs and the development of short- and long-term strategies for the region. In 2005, Project TERRA ended its official partnership, but the institutions involved continue to collaborate closely in various activities.

In the same year, the Diparch-Università di Cagliari (UNICA), the Escola Superior Gallaecia (ESGallaecia) and CRATerre-École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (CRATerre-ENSAG) formally became European partners for the UNESCO Chair of Earthen Architecture. This collaborative agreement has provided the framework for ongoing partnership in activities such as research projects within the European Union Cultura 2000 program, book publications, student and professor exchanges, and collaboration in scientific events. In order to strategically place these activities within a regional framework, UNICA, ESGallaecia and CRATerre-ENSAG decided to organize the first Mediterranean Conference on Earthen Architecture (MEDITERRA 2009) and to propose an action plan based on the TERRAMed project. As a contributing member to the original TERRAMed project, the GCI was very pleased to receive an invitation from UNICA, ESGallaecia and CRATerre-ENSAG to co-organize an expert's workshop as part of the MEDITERRA 2009 general program.

2. THE EXPERTS WORKSHOP

The Experts Workshop brought together a select group of professionals from Mediterranean countries with expertise in the study and teaching of earthen architecture, materials science, construction, and conservation (2). It provided a forum to discuss two major issues: first, the challenges for the conservation and management

of earthen sites—broadly interpreted to include earthen archaeological sites, vernacular and monumental architecture as well as cultural landscapes where earth is a predominant feature—and second, earthen architecture for sustainable development. Workshop participants were selected according to 1) Representation of each macro-area: Northern Mediterranean, Maghreb, Near East and the Balkans; 2) Significance of overall knowledge of earthen architecture and conservation, as well as expertise on research, implementation of projects, and/or training concerning the subject areas addressed; 3) Institutional support (governmental or non-governmental organizations); and 4) Language (English and/or French).

3. METHODOLOGY

The first day of the workshop program, comprised mostly of working group sessions, was designed to maximize the opportunity for exchanges of information and informal discussion. Formal presentations made by selected speakers (10 minutes each) addressed the “state of the art” of each area of study. Participants then identified priorities, strategies, and resources needed for both of the selected themes based on the questions described below and delivered to participants prior to the event. The second day (to be attended only by workshop organizers) was dedicated to summarizing the previous day’s points of discussion. Workshop organizers since then have compiled the present summary with input from workshop participants defining current trends for the selected themes in research and training as well as an action plan including short- and long-term activities.

4. WORKSHOP THEMES

4.1Management and Conservation of Earthen Sites

The management and conservation of earthen sites is undoubtedly a field of increasing interest throughout the world. The tenth international conferences organized in the subject, many published proceedings and numerous international projects and conferences are evidence of the transformation of the field into a discipline. This evolution is illustrated by the titles of the international conferences, which have evolved from “Conservation of mud-brick architecture” at the first meeting in 1972, to the most recent title “Study and conservation of earthen architecture”. Earthen sites are now broadly interpreted to include archaeological sites, vernacular and monumental architecture as well as cultural landscapes where earth is a predominant feature. The discipline embraces the study and research of topics such as material and construction techniques, conservation treatments, seismic protection and performance, management planning and preservation of earthen building traditions, among many others.

The Mediterranean countries have greatly contributed to the evolution of the discipline over the last 50 years. However, although many activities, programs, training courses and projects have been implemented in the field, Mediterranean countries have not yet developed a common action plan for the region. The following questions were intended to help the workshop participants to identify priorities in research and training for the Management and Conservation of Earthen Sites in the Mediterranean region.

A questionnaire has been previously distributed in order to identify research needs in the region, with the following questions:

- Do we need more research into the behavior of **earthen materials**? If so, could you mention at least three topics needing further research to improve the conservation of earthen sites at the material level?
- Do we know enough about how different **construction techniques** performed and evolved through time? Would a better understanding of the **history** of Mediterranean earthen construction techniques help to promote and preserve earthen sites?

- Do we know how earthen constructions perform when affected by disasters? Do we need research into **disaster management,** preparedness and response? If so, do we need to perform risk assessments of earthen sites? Do we need guidelines or techniques for seismic retrofitting?
- Is there a good understanding of the term "**management**" of earthen sites? Does the region need more research to improve the implementation and development of **planning methodologies**? Do we have any management plans for sites in the region which can serve as models?
- Do we need to work on **standards or best practices guidelines** for the implementation of earthen conservation projects?
- What other **research topics** will advance the conservation and management of earthen sites in the Mediterranean region?

Questions to identify training needs in the region:
- Do we have enough training courses on the **management and conservation** of earthen sites? Do we have **model courses** already in place? If not, what should **curricula** for the management and conservation of earthen sites include?
- Does the region need **didactic materials**? Can one set of didactic materials cover the needs of the whole region? Do we need to standardize training at the **regional level**?
- How can we make training courses available to students from other disciplines, such as architecture, engineering, planning, etc.? Since it is well-established that we should educate a wide range of **audiences**: technical, undergraduate, graduate, mid-career professionals or the general public (with outreach and advocacy), which target group is most in need of training?

4.2 Earthen architecture for sustainable development

Worldwide interest in sustainable development has grown dramatically in the last decade as the global environmental crisis has deepened. In response, the discipline of sustainable development has gained attention in the public consciousness and an increasing number of projects are being undertaken in the field. Although earthen architecture has always been a model of sustainability, there is still a disconnection between the study of earthen architecture and the field of sustainable development. This is a loss for both fields, as the benefits of earthen structures are often not used in the sustainability field and the study of earthen architecture is not consistently included in research, training or projects for sustainable development. As momentum toward establishing a more environmentally, socially and economically sustainable society grows, it will become increasingly important for earthen architecture to be a part of that movement. Research and training are two viable ways to strengthen the relationship between the two fields at a fundamental level. The working sessions that follow are intended to identify the challenges facing the study of earthen architecture for sustainable development and list possible strategies for addressing these challenges.

In some Mediterranean countries architects are designing new architectural projects using earth as a building material. However, these cases are more isolated initiatives than an extended movement. Projects seem to become lost between trying to use traditional constructions techniques or simply expressing a new tendency. Furthermore, there is not a real understanding of what earthen architecture can offer to society and how it could become a strong component for sustainable development. From the management of the material, to the territory, through different scales of research, experimentation and application, how can we define what sustainable earthen architecture should be?
The following questions were intended to help the workshop participants to identify what are the priorities in research and training for the study and promotion of Earthen Architecture for Sustainable Development in the Mediterranean region.

Also for this second topic, a questionnaire has been previously distributed in order to identify research needs in the region. The questions distributed were:
- What are the key contributions that earthen architecture can make to the field of sustainable development?
- Since sustainable development focuses on social, economic and environmental factors, how can we introduce cultural considerations into sustainable development research and project implementation? For example, how can we establish the study and implementation of earthen traditional construction techniques as viable methods for contemporary design?
- How can we improve research into the relationships between Mediterranean building traditions and techniques, their adaptation to the regional ecosystem and the consequential built environment? Do we need more research into the **economic benefits** to communities which currently build or have built with earth?
- Do we need to research the **efficiency** of earthen buildings (for example, operating energy and energy use during construction) to be able to compare it with other building materials? What type of data do we already have available? What data has not been identified yet and how can that data can be collected? Do we need to specifically research lesser-known earthen construction techniques such as cob, straw-clay or daub?
- Do we know enough about Mediterranean **contemporary** earthen building **techniques and architecture?** Do we need mathematical models for structural calculations specific to earthen construction techniques (including contribution to a **specific Eurocode**)? Do we need to include earthen standards in **national building codes**?
- What other research topics will advance the use of earthen architecture for sustainable development in the Mediterranean region?

Some precise questions to identify training needs in the region have been also posed:
- How do we build a relationship between earthen heritage conservation and sustainable earthen architecture within our educational activities?
- What should the curricula of teaching earthen architecture for sustainable development include? Should the teaching of earthen architecture be part of wider curricula (i.e. sustainable materials for new construction) or should it stand on its own?
- Do we have to develop common educational methodologies and **didactic materials**?
- How can we address the connection of **theory to practice** during training?
- Since it is well-established that we should educate a wide range of **audiences**: technical, undergraduate, graduate, mid-career professionals and the general public (with outreach and advocacy), which target group is most in need of training?

5. SUMMARY OF WORKING SESSIONS AND ACTION PLAN

The last day of the workshop was attended only by the workshop organizers and was devoted to summarizing the groups' discussions and developing an action plan including short- and long-term activities. In the sections that follow, the action plan is presented based on the discussion sessions which occurred during the workshop as well as input and reviews by the workshop participants via e-mail. The role of the organizers has been to synthesize and structure the information provided by the participants. Where possible, results have been grouped conceptually, with a summary given first and specific examples following. The occasional discord or random notations fed the groups' creativity and contributed to open and productive working sessions. While these results may not be cohesive, they represent the participants' dedication to the discussions and eagerness for collaboration throughout the Mediterranean region.

The action plan (3) took into consideration a set of conceptual definitions, which created the framework foundation for the development of the work and consists of four main sections: overall aims, specific objectives, priorities and strategies. In this case,

priorities were based on research and training needs recognized by both the French and English speaking groups. Strategies for the region were defined based on input from the participants, which allowed for the workshop organizers to design a series of activities, based on resources needed to put this plan into action. A second phase will allow organizers to establish a time-line, as well as responsibilities for the implementation of the defined actions. An evaluation of this plan should also be addressed after preliminary actions are implemented. The action plan is based in the following scheme:

5.1. Overall aim

The overall aim of the Mediterra action plan is to formulate a set of strategies in order to encourage institutions and individuals to advocate locally, undertaking jointly planned research and training activities, to advance the field of management and conservation of earthen sites, and earthen architecture for sustainable development in the Mediterranean region.

5.2. Specific objectives

The objectives of the Mediterra action plan are to:

- Contribute to a Mediterranean vision to advance the management and conservation of earthen sites and earthen architecture for sustainable development in the Mediterranean region.
- Develop a coordinated program among Mediterranean countries working in the fields of management and conservation of earthen sites and earthen architecture for sustainable development.
- Define a framework for the advocacy of a participatory and interdisciplinary approach to the conservation of earthen sites and earthen architecture for sustainable development.

6. ACTION PLAN: MANAGEMENT AND CONSERVATION OF EARTHEN SITES

6.1. Research needs

The following ideas emerged during the groups' discussions on the research needs for the management and conservation of earthen sites.

- There is a need for more coordinated **interdisciplinary research activities** — including input coming from practitioners working on project implementation— within a common vision among Mediterranean countries. The participants mentioned the need to develop a Mediterranean research project with common goals, objectives, target audiences, activities and resources.
- Although **scientific research** has been developed in recent years regarding material characterization and behavior, additional research at the material level is needed on topics such as thermal behavior, decay processes, water vapor transmission rates, acoustic qualities, compatibility with other materials, durability to environmental exposure, the effect of climate change, and long-term loading behavior. **The building cultures** in the Mediterranean region need greater exploration, particularly of how they were transferred and adapted from one country to another and the evolution of their relationship to the environment. Comparisons should be made between different building techniques and building cultures, including the study of the relationships between social systems, living traditions and cultural landscapes. It is necessary to adapt **existing building codes and standards** for best practices for earthen conservation, encouraging the use of results already developed by other institutions. Likewise, standardized terminology is needed at the regional level to foster understanding among disciplines and countries.
- There is a need to conduct research on the effectiveness of conservation for the **sustainability** of the built environment in the Mediterranean region.

- Greater research on **site management** is needed, especially the development of indicators for evaluating the positive and negative impacts of tourism, inhabitation and abandonment of sites.
- Disaster management needs more research on topics such as damage assessments, risk assessments, monitoring, and inventories, including the creation of scientific data to allow structural analysis for earthen buildings and sites. Assessment of the impact of natural disasters such as flooding, heavy rains, fires or earthquakes, building decay processes was particularly mentioned. Lessons could be learned from the way disasters have been managed in the past. Conservation interventions to improve seismic performance of existing earthen buildings were specifically mentioned.
- There is a need to improve **government involvement** through the development of national and regional legislation, adaptive reuse of heritage sites, and the inclusion of earthen architecture in agricultural and land-use planning.

6.2. Training Needs

The following topics were identified as needs for training addressing the management and conservation of earthen sites.
- There is a need for coordinated **training activities** within an interdisciplinary vision among Mediterranean countries while maintaining a focus on earthen architecture. Mediterranean countries should exchange their experience and knowledge through existing networks in order to develop training programs with the ultimate objective of increasing recognition of earthen heritage and strengthening the profile of earthen architecture.
- There is a need for training at a **variety of levels - i**ncluding universities, national programs, and Mediterranean-wide programs - and targeting a wide range of audiences -including academics, practitioners, artisans, technicians, future trainers and primary school students- throughout the Mediterranean. In order to reach decision makers, participants identified the need to increase public awareness by targeting politicians. In order to make training available and accessible to a wide-range of students, there is a need to vary the time-span of training programs and to deliver courses in the local languages.
- There is a need to develop **curricula** at all levels of education, incorporating hands-on training, from primary school to universities, certification programs for professionals and lectures for the general public.
- Specific calls were made for the **translation of existing didactic materials** into other languages and for their adaptation to local needs by using local teaching and dissemination techniques to better educate the audience. In addition, educational material on the management and conservation of earthen architecture should be included in schoolbooks for general and architectural education.
- **Methods and guidelines for disaster management, conservation, and site management** were specifically mentioned as needs for additional training.

7. ACTION PLAN - EARTHEN ARCHITECTURE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

7.1 Research Needs

The following research needs were identified for earthen architecture for sustainable development.
- There is a need to assess the current level of **knowledge** on the subject.
- There is a need for more knowledge on the **economic impact and/or benefits** of building with earth in comparison to “modern” construction and how earthen buildings can benefit local communities due to its increased sustainability and income from tourism or other related activities.
- There is need for more research and dissemination of the **social benefits** of earthen building regarding construction costs for sustainable large-scale housing projects, or the positive impact of the earthen built environment on human health. In the latter case,

comparisons with modern materials are needed on topics such as toxicity or thermal comfort.
- There is a need for further research on the effectiveness of earthen architecture as a natural **environmentally-conscious solution** and on the advantages of the adaptability of earthen buildings to their environment. More studies on energy efficiency evaluations, life-cycle assessments, analysis of performance based on “the three R’s” (Reduce, Reuse, Recycle), adaptability to climate change, the environmental impact of soil extraction and the seismic performance of traditional earthen buildings were mentioned in particular by workshop participants.
- There is a need to develop **building codes and standards**, including numerical models for structural, thermal and acoustic analysis; design principles; prototypes and models; simple testing methodologies, and production processes. The practical needs of construction should also be considered when designing research for codes or standards. There is a need to improve and disseminate existing building codes for seismic regions as well as guidelines for structural assessments. Tools developed for quality control for other disciplines should be employed. Testing methodologies should be established so they can be applied throughout the Mediterranean region.
- Cultural sustainability and common-sense solutions should be considered, such as the relationship between **high-and low-tech innovations** (for example, passive solar architecture), and the cultural relationship between earthen architecture, the landscape and the environment.

7.2 Training Needs

The following needs were identified for training addressing the use of earthen architecture for sustainable development.
- There is the need for **training programs, didactic materials and curricula** adapted to the local culture. For example, there is a great difference between regions with a continuous tradition of building with earth versus areas where the tradition has been lost and is now being recovered.
- It is necessary for education in the field of earthen architecture for sustainable development to be collaborative with **other institutions and disciplines**. Educational programs need to be formed cooperatively with universities, training institutions, museums, artisans’ organizations and non-governmental organizations. There is a need for educators to approach programs teaching sustainable architecture, environmentally-conscious construction, and energy efficiency, with the goal of gaining inclusion in their curricula.
- In order to train professionals prepared to work in many aspects of earthen architecture for sustainable development it is necessary to **develop a curricula** that includes:

a) Design principles for new buildings, such as life-cycle assessment, passive solar architecture concepts, and levels of construction regulations and economic evaluations of construction projects.
b) The health benefits of living in an earthen building.
c) Material targeting a diverse set of audiences, including artisans, architects, trainers, teachers, non-governmental organizations, decision makers, children and the general public.

- In order to train professionals with field experience there is a need to develop **pilot projects for on-site and hands-on training courses** with community involvement.
- In order to reach the general public, there is a need to **develop didactic materials** to easily disseminate using the media (printed, oral, games, Internet, TV, etc.).

8. CONCLUSIONS

The Mediterra expert meeting represents the beginning of an international cooperation that will expectantly allow a fruitful coordination of research groups working presently on earthen architecture. It will help identify common strategies for the conservation and

the future development of earth construction in the countries of the Mediterranean basin. It also poses the basis for the compilation of a common protocol that will guide future generations of all concerned countries, in target actions for the preservation of such important built heritage.

Notes

(1) The TERRA project (ICCROM, CRATerre and GCI) developed a preliminary assessment of different activities related to the study and conservation of earthen architecture in the Mediterranean region. For the purpose of this document, the report was called TERRAMed document.

(2) The meeting participants represented countries from the Mediterranean Basin, associated with the Declaration of Barcelona (1995). Mauro Bertagnin (Italy), Mohamed Boussalh (Morocco), Claire-Anne de Chazelles (France), Valentina Cristini (for Fernando Vegas and Camilla Mileto, Spain), Maria Fernandes (Portugal), Juana Font (Spain), Bilge Isik (Turkey), Borut Juvanec (Slovenia), Said Kamel (Morocco), Georgia Poursoulis (Greece/France), Ahmed Rashed (Egypt), Vjekoslava Sankovic (Bosnia and Herzegovina), Antonia Theodosiou (Cyprus), Humberto Varum (Portugal) and Leïla el-Wakil (Egypt)

(3) Action Plan was defined as "Steps that must be taken, or activities that must be performed well, for a strategy to succeed. An action plan has three major elements: (1) Specific tasks: what will be done and by whom; (2) Time horizon: when will it be done; (3) Resource allocation: what specific funds are available for specific activities."
(Website: http://www.businessdictionary.com/definition/action-plan.html)
Priorities were considered as conditions deserving specified attention and related to the identified needs.
Strategy within this framework was considered as the creation of an action plan for achieving important aims, dealing with “an uncontrolled environment” (as opposed to planning which is approached in a controlled environment) (Website: http://www.easy-strategy.com/strategy-definition.html).

Curriculum

Maddalena Achenza: Architect, holding a master’s degree from the University of Florence and DEEA-Terre from CRATerre-ENSAG (France). She is a researcher at the University of Cagliari, Department of Architecture, leads courses for the UNESCO Chair-Earthen Architecture, coordinates Labterra, participates in the National Association of Earth Towns, and she is a member of ICOMOS-ISCEAH.

Mariana Correia: Architect; DPEA-Terre from CRATerre-ENSAG (France); Master’s from FAUTL (Portugal); and PhD, from Oxford Brookes (UK). She is President of Foundation Convento da Orada; she is on the Board of Directors of ESG/Escola Superior Gallaecia (Portugal) and ICOMOS-ISCEAH; Member of ICOMOS-Vernacular Architecture; PROTERRA network and Chair UNESCO-Earthen Architecture and Chair UNESCO-Preventive Conservation.

Hubert Guillaud: architect, teaching and managing projects at CRATerre, International Centre of Earthen Construction-School of Architecture of Grenoble where he has been the scientific director since 2000. He is responsible for the development of the UNESCO Chair on Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development. He has actively contributed to the developments of GAIA and TERRA Projects.

Claudia Cancino: Project Manager of the Earthen Architecture Initiative at the GCI. She is an Architect from Peru with a Certificate in Conservation from *ICCROM* (1995) and a Business Degree from *ESAN* (1997). Claudia was on the faculty at the *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas* before earning a Master’s of Science and an Advanced Certificate in Historic Preservation (2001) from the University of Pennsylvania.

Amila Ferron: Associate project specialist at the GCI working on the Earthen Architecture Initiative. She worked for the University of Pennsylvania’s Architectural Conservation Laboratory at Mesa Verde National Park while earning a Master of Science in historic preservation with distinction and an Advanced Certificate in architectural conservation from the University of Pennsylvania.

DAMAGE ASSESSMENT OF HISTORIC EARTHEN SITES AFTER THE 2007 EARTHQUAKE IN PERU

Claudia Cancino
The Getty Conservation Institute
1200 Getty Center Drive Suite 700 Los Angeles, California 90049, USA
Tel. (+1) 310.440.6228, Fax (+1) 310.440.7712
E-mail: ccancino@getty.edu

Stephen Farneth
Architectural Resources Group
Pier 9, The Embarcadero, San Francisco, CA 94111, USA
Tel. (+1) 415.421.1680
E-mail: steve@argsf.com

Julio Vargas-Neumann
Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria Cdra. 18 s/n, San Miguel, Lima, Perú
E-mail: jhvargas@pucp.edu.pe

Philippe Garnier
CRATerre-ENSAG
60 Avenue de Constantine BP 2636
F-38036, Grenoble CEDEX 2, France
E-mail: craterre.pgarnier@club-internet.fr

Frederick E. Webster
Structural Engineer
P.O.Box 4043, Menlo Park, CA 94026, USA
E-mail: FAWebster@aol.com

Theme 3: Heritage and Conservation
Key words: Earthen Architecture, Earthquakes, Seismic damages, Damage assessments.

Abstract:
The Pisco earthquake of August 15, 2007 resulted in 519 deaths and 1366 injured, with a total of 650,000 people affected and 80,000 dwellings damaged. Preliminary reports indicated that significant earthen sites were damaged. A few months after the earthquake a rapid assessment to better understand the failure of the affected sites was performed by a multidisciplinary team convened by the Getty Conservation Institute (GCI) in response to a request from the Instituto Nacional de Cultura del Perú (INC).

Post-earthquake assessments offer an opportunity to understand why buildings fail and provide information that can serve as the basis for the improvement of seismic performance. Lessons learned from earthquakes and other natural disasters are used to advance construction techniques. More recently, such lessons have fostered the development of the engineering and historic preservation disciplines, as well as the testing and review of current building codes and disaster management policies.

The main objective of the GCI rapid assessment was to evaluate the damaged sites while recording pre-existing conditions (abandonment, deterioration or structural interventions) that might have affected their seismic performance. This paper presents the highlights of that evaluation and its implications for the future design and retrofit of earthen buildings.

1. BACKGROUND

The existence of earthen architecture in Peru goes back to the *formativo temprano* or initial period (1800/1500–900 BC). It has been a construction technique used all over the country for over more than 4,000 years and has proven to be a sustainable resource for the evolution of Peruvian culture. In response to their understanding about the effects of seismic activity on earthen structures, early Peruvian cultures wisely choose to build their sites over rocky soils and developed reinforced construction techniques to dissipate the energy generated by seismic events (Williams, 1980, p. 467 and García Bryce, 1980, p. 382).

The Pisco earthquake tragic human losses resulted from the collapse of buildings in the states of Ica, Lima, Huancavelica, Ayacucho and Junín among others (Johansson *et al*., 2007, p. 1). The damages have been described by several national and international organizations that traveled to the affected region immediately after the earthquake. From October 28 to November 2, 2007 the GCI in collaboration with other Peruvian institutions lead a multidisciplinary team[i] of national and international earthquake engineers, preservation architects and conservators, visiting a total of 14 buildings (Figure 1). The faculty members of the School of Architecture at the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) pre-selected the sites according to various criteria[ii]. The survey was limited to a one week timeframe, and therefore does not claim to be fully comprehensive, but rather provides a snapshot of the issues found at typical heritage sites as representative of the earthquake's impact.

2. THE PISCO EARTHQUAKE

On August 15, 2007 at 18h 40min 59sec (local time) a M_W 7.9-8.0 magnitude[iii] *inter*plate earthquake occurred off the coast of central Peru. It had a maximum local Modified Mercalli Intensity (MMI) of VII-VIII (Instituto Geográfico del Perú – IGP) and its epicenter was located at 13.35S and 79.51W at a depth of 39 km (USGS). The earthquake was generated in the boundary between the Nazca and the South American plates, in which the Nazca plate slid underneath the American one (Alarcón, 2007, p. 1). A total of 18 accelerometer stations recorded the time histories of Pisco earthquake indicating a total duration of approximately 300 seconds[iv]. The principal explanations for the duration and distribution of these ground motions are the rupture model having two zones of large displacements which generated the two packs of motions (Tavera *et al*., 2009, p. 83).

There have been numerous studies carried out by several national and international institutions to define the geology of the affected area (Lermo, 2008, p.233-268 and CISMID *et al*., 2008, p. 88-91). According to those, most of the visited sites were located over alluvial deposits from the Quaternary era, not suitable for constructions unless with reinforced, strong and expensive foundations; and where geotechnical effects such as liquefaction and landslides could have occurred. These types of soils amplified the energy frequency or the ground motion acceleration generated by the earthquake producing even more damage to the sites.

3. EARTHEN ARCHITECTURE IN PERU

There has been extensive research and publications on the history of Peruvian culture by well-respected historians but here are few publications that specifically address the history of Peruvian construction and architecture (Williams, 1980, p. 371-371).

One of the best compilations of the history of ancient Peruvian architecture and urban planning was written by Carlos Williams (Williams, 1980, p. 367-585). Williams describes the evolution of earthen pyramid constructions, known by their ability to withstand seismic events, between 2,000 BC and 500 AD in central Peru. Their materials (adobe for the exterior, earth and stone for the interiors, and heavier rocky materials at the bottom of the structures) dissipated the energy generated by the earthquake (Williams, 1980, p. 403-433). Remarkable examples of these sites are the Huacas del Sol y de la Luna, built during the Moche period (100 AD to 800 AD) outside of the city of Trujillo. The Mochican earthen construction was not limited to ceremonial buildings, but applied to residential housing, where the use of stone foundations in combination with adobe and *quincha* walls and flexible roofing systems was common

practice[v]. The Wari culture (500 AD to 900 AD) use seismic resistant wooden elements to tie the walls at building corners, seen for the first time at the Wiracochapampa site in Huamachuco (Williams, 1980, p. 513). The knowledge acquired by the Waris and the Mochicas, was picked up by the Chimus. Their vast adobe city of Chan Chan, composed of nine walled citadels, was built by around 850 AD, 5 km north of the city of Trujillo. The pyramidal shape of the city walls allowed the adobe walls to withstand earthquakes, letting them rock but remain stable as a result of their own weight.

Probably the earliest publications mentioning adobe and *quincha* as construction materials during the Spanish viceroyalty comes from Padre Bernabé Cobo (1629) and Juan and Ulloa (1748) respectively. *Quincha* is a traditional construction system consisted on split cane reeds between elements of a wooden panel that creates an earthquake-resistant framework that is covered in mud plaster historically used in all Spanish and Portuguese colonies throughout Latin American[vi]. Ferruccio Marussi is probably the architect who studies the most about *quincha* and its use for the construction of domes, pillars, lanterns and vaults during the Spanish viceroyalty (Marussi, 1986, p. 59-66 and 1990, p. 147-146).

Juan Bromley and José Barbagelata discuss the impact of earthquakes describing the damage to the vaults of the Cathedral of Lima after the October 19, 1609 earthquake (Bromley and Babagelata, 1945, p. 129). The *Libros de Cabildos*[vii], explains that after the 1609 earthquake, authorities decided to rebuild the cathedral reducing the height of the walls supporting the stone vaults. This is probably the first unofficial recommendation for seismic stabilization in Peru during the viceroyalty.

Emilio Harth-Terré (1962, and 1975) describes on detail the training of *maestros and aprendices* responsible for the inventive use of local materials for the construction of buildings in main cities around the Spanish colonies. It seems that the seismic performance of the *quincha* panels encourage these *maestros* to use them for the construction of second stories and complex roofing systems. Fray Diego Matamoros was the first *maestro* who decided to use wood, cane and lime for the construction of the Santo Domingo *quincha* dome in 1666. José García Bryce (1980, p. 11-166) mentions the construction of the San Francisco *quincha* dome between 1657 and 1674 under the supervision of the *maestros* Vasconcellos and Escobar, probably following the Matamoros experience (Garcia Bryce, 1980, p. 64). Later, the 1702 *Ordenanza del Cabildo* commanded the use *quincha* for ceiling construction, including comes and vaults (Harth-Terré, 1975, p. 45). However, it is not until the earthquake of October 28, 1746 that the Ayuntamiento of Lima decided to regulate construction techniques. Viceroy Don José A. Manso de Velasco—known as *Conde de Superunda*—asked the mathematician Don Luis Gaudin to study the buildings damaged by the earthquake and develop technical recommendations to improve their seismic performance (Bromley and Babagelata, 1945, p. 71). Gaudin presented his report to the *cabildo* advocating: i) the use of mud, cane and adobe as construction materials; ii) the use of *quincha* for wall partitions, iii) an increase in width of adobe masonry walls, iv) the addition of buttresses to lateral adobe church walls, v) the lowering of the height of church towers, vi) the limitation of construction of bow windows and vii) assuring adequate plazas to serve as refuge in case of disasters, among other recommendations (Walker, 2008, p. 91).

Two important milestones in Peruvian construction history occurred at the beginning of the Peruvian Republican period. First is the introduction of cement to Peru in the 1860's (Bromley and Babagelata, 1945, p. 94)[viii]. Second is the creation of the Escuela Especial de Ingenieros de Construciones Civiles y Minas in 1876 with a section in Architecture that later became a separate school based on a teaching plan proposed

by Santiago Basurco. It is Basurco, whom as a state engineer of the second term of President Nicolás de Piérola (1895–1899), suggested the proscription of adobe for construction. Later, during the first term of President Augusto B. Leguía (1908–1912) and after the M_W 8.2 1908 earthquake, the state banned the use of adobe and *quincha* for the construction of urban housing (Garcia Bryce, 1980, p. 125).

There were four major earthquakes between the 1940 and 1980 that reinforced government's regulations for materials and techniques: The M_W 8.2 May 24, 1940; the M_W 8.1 October 16, 1966; the M_W 7. May 31, 1970; and the M_W 8.1 October 3, 1974 (USGS, 2007). It is most likely that after the 1970 earthquake the seismic engineering community developed a seismic building code which banned earthen construction. In 1976, the Peruvian government created the Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) in charge of training construction workers around the country, but training in adobe or *quincha* construction was part of the curricula.

Most likely also around the same time, a group of structural engineers decided to further investigate reinforcement techniques to improve traditional earthen construction systems rather than abolish them. Academic efforts lead by Peruvian universities[ix] resulted in the creation the Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) in 1981. In 1985, ININVI designed the *Norma Técnica de Edificación NTE E. 80 Adobe* (*Technical Standard 80 for Construction in Adobe*) nowadays included in *the National Building Code*. Today, the renovated SENCICO has assumed the core objectives of former ININVI[x] and is currently reviewing the second edition of the *NTE E. 80 Adobe* which intends to include norms for *tapial* and *quincha*, and guidelines for the retrofitting of existing and historic earthen buildings.

4. EARTHEN ARCHITECTURAL HERITAGE IN THE AFFECTED AREA

This section of the paper presents information to characterize the structural damage observed at the visited sites (listed in Figure 1) during the assessment performed by the GCI team.



Figure 1: Location of visited sites in relation to the Pisco earthquake epicenter
From left to right: 1. Church of Chilca, 2&3. Hacienda Arona y Montalván, 4. Church of Coayllo, 6. Church of El Carmen, 6. Tambo Colorado Archaeological site, 7. Hacienda San José, 8. Cathedral of Pisco, 9. Church of Huaytará, 10. Church of San José, 11.Church of San Javier, 12. Cahuachi Archaeological site. (Credits: The J. Paul Getty Trust, 2007)

4.1 Damage assessment typologies

Adobe typically used to build thick and massive walls is a low-strength building material best to resist compression but weak to stand tensile forces. The stresses absorbed by an adobe wall during an earthquake normally exceed the wall's tensile strength developing cracks and isolated blocks that pound against each other until the structure suddenly collapses. *Quincha* on the other hand is a relatively high-strength building construction technique with flexible membranes. The wooden frame and the cane structure can absorb tensile stress. Collapse normally occurs when the decayed and disconnected wood and the cane elements are unable to function structurally.

Tolles *et al*. (1996, p. 17) stated, the extent of earthquake damage to an adobe structure –and *quincha* in the Peruvian case—"is a function of (a) the severity of the ground motion, (b) the geometry of the structure, i.e., the configuration of the adobe walls, roof, floors, openings, and foundation systems, (c) the existence and effectiveness of seismic retrofit measures, and (d) the condition of the building at the time of the earthquake."

The severity of the ground motion is impossible to control or prevent and is conditional to the type of soil on which the structure is built. Soft soils —as the ones where visited sites are located—amplify the ground motion acceleration generated by the earthquake inducing more damage to the sites. The geometry of a building influences its ability to withstanding seismic events. Tolles *et al.* (1996) as part of the Getty Seismic Adobe Project (GSAP) provides excellent descriptions —similar to the ones observed during the 2007 Pisco survey—on how thicker, thinner, constrained or not-constrained adobe walls perform during a seismic event. Complementary to the GSAP project, the Pisco survey focused on damage failures of *quincha* walls, vaults and domes and the impact of the building structural conditions on their seismic performance.

4.1.1 Quincha deterioration mechanism

Most of the visited sites damaged by the earthquake were constructed with domes, vaults and walls made of *quincha.* Regular maintenance of these structures was expected during the Peruvian ancient and colonial times, including the occasional replacement of the wooden structural elements, cane reed and leather straps. With time and lack of maintenance, wooden elements were damaged by the presence of termites and the connections started to fail. The leather straps became brittle and the reed cane detached from the structure losing its flexibility and tensile strength. The state of deterioration of this construction system influenced the way buildings performed during the Pisco earthquake (Figure 2).



Figure 2: State of deterioration of Quincha panel at the Cathedral of Ica
(Credits: INC Lima, 2007)

4.1.2 Dome / Vault failure

4.1.2.1 Shifts or total collapse of domes of Church towers

At the Churches of Chilca, El Carmen, and Huaytara as well as the chapel of Hacienda San José, the difference between the flexible *quincha* pillars and the stiffed adobe tower during pounding precipitated the upper dome failure, shifting first, and collapsing later. Severe termite damage was observed under detached plaster in all the wooden elements and cane reed of the *quincha* pillars, vaults and domes..

4.1.2.2 Partial or total vault collapse

As mentioned before, wooden structural elements and the cane mesh of the *quincha* were heavily damaged by termites. In the case of the vaults, the damage was observed at the wooden arches and at their connections to the top of the adobe walls, pilasters and front facades. Another pre-earthquake condition contributing to collapse is the presence of a heavy layer of dirt or cement mortar over the vault, probably due to lack of or inappropriate maintenance respectively. At the moment of the earthquake, the vault tried to restrain the rocking of the walls, adding stress to the deteriorated trusses and their connections until failure (Figure 3).

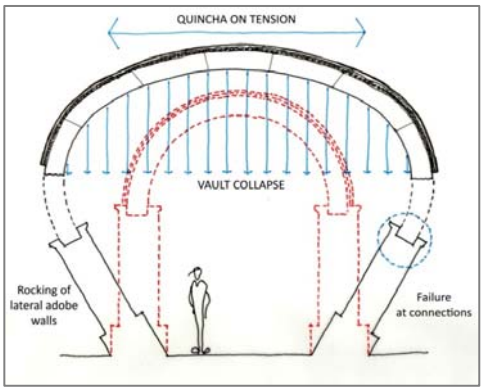


Figure 3: Failure scheme mode of quincha vault. (Drawing, C. Cancino, 2007)

At the churches of Coayllo, Guadalupe and Humay, the presence of reinforced concrete arches at the end of the vaults stiffened the structure at both ends which in conjunction with the deteriorated arches induced the *quincha* vault to fail. At the Cathedral of Ica, the architectural configurations of the building as well as its maintenance helped to partially withstand the earthquake. The better seismic performance of preserved arches, the presence of the lunettes and side chapels between them prevented the total collapse of the vault (Figure 4).



Figure 4: Cathedral of Ica after the Pisco earthquake where arches and lunettes stopped total collapse of quincha vault. (Credits: J. Paul Getty Trust, 2007)

4.1.2.3 Out of plane collapse

When entire vaults or domes collapsed, it was clear that walls (front facades or lateral walls) rocked until connections failed resulting in partial or total vault collapse. In the case of the Church of Guadalupe the concrete tower pounded the earthen façade until collapse of its upper section inducing partial collapse of the vault (Figure 5).



Figure 5: Church of Guadalupe after the Pisco earthquake where out of plane of collapse of front facade induced partial collapse of the quincha vault.
(Credits: J. Paul Getty Trust, 2007)

In the case of the Church of Coayllo, partial out of plane collapse of later walls contributed to the total collapse of the vault triggered by its deteriorated arches. A much more obvious example of this type of failure however, was observed at the stand alone walls at the Church of Chilca and the main house and worker residences of the San José and Arona y Montalván estate respectively where walls sections collapsed. In both cases, the slenderness ratio of the walls didn't resist the rocking during the earthquake.

4.1.3 Damage on Columns and pillars

In the case of the Cathedral of Ica, the hollow pillars constructed with wooden frames and cane mesh plastered with mud and gypsum suffered from plaster detachment at their bases. It seems that the *quincha* pillars were able to absorb most of the energy and only plaster detachment at the bases was recorded. In the case of the Arona y Montalván main estate house, it seems that the roof of the veranda moved in two directions: Parallel and perpendicular to the building facade. A resulting gap was observed at the roof of the building between the veranda and the main house as well as a crack between the veranda and the main tower. The plaster detachment at the upper section of the columns could be the result of the rotation of the columns. The colonnade balustrade and bases prevented the whole structure to collapse.

4.1.4 Plaster detachment

Although plaster detachment is not structural damage, it is important to mention as a condition worth study and repair. Well maintain plaster layers contributes in a major way to the overall coherence of the structure. Many plaster detachments were observed on vaults, domes, walls, columns, and pillars of the visited sites. Furthermore, and most importantly, previous non-repaired plaster detachments left the wooden elements of the *quincha* roofing systems, as well as columns and pillars, exposed to the environment generating termite damage, as observed at the Churches

of San José and San Javier de Ingenio in Nazca. When previous plaster detachments were repaired with non-compatible materials such as layers of cement over the *quincha* vaults or domes, heavier loads were applied to the earthen walls inducing out of plane collapse. That was probably the case at the Church of Coayllo and the Cathedral of Pisco

5. Conclusions

- Earth construction in Peru represents a great piece of its cultural and vernacular heritage and is one of the main materials for the construction of its settlements.
- Over centuries, earth has been used alone and as a part of sophisticated building systems (e.g. *quincha*), demonstrating the abilities of Peruvians to develop appropriate solutions to seismic activity.
- Modernization" at the end of the XIX century introduced new industrialized building technologies to the main cities, leaving earth as the predominant construction material in rural areas. Local knowledge on maintenance declined over time leaving earthen buildings prone to decay and susceptible to earthquakes.
- Concerns about the life safety and seismic performance of earthen buildings have been the impetus for banning earth as a suitable contemporary construction material. Nevertheless, earth remains the predominant building material in the existing buildings stock. Effort is needed to develop solutions to reduce the vulnerability of significant existing earthen sites.
- During the August 2007 earthquake, seismic damage was a result of the accumulative effects of seismic activity, lack of maintenance and repair.

5.1 Impact of the lack of maintenance on the structure:

The seismic behavior of the visited sites was affected by maintenance issues that significantly reduced the structural integrity of the building including:

- Loss of structural integrity and lack of connections between damaged wooden elements of *quincha* vaults, pillars and walls, which isolated parapets, partitions, and façades, affecting their stability. (Figures 6, left)
- Non-repaired structural cracking and weak mortar-block adhesion strength.
- Moisture damage to the *quincha* and adobe walls.
- Beetle damage in adobe blocks that reduced wall strength. (Figure 6, center)
- Termite damage on the wooden framework of the *quincha* walls, which contributed to partial or total collapse of entire structures. (Figures 6, right)
- Addition of different building materials and systems into the structure.



Figure 6, left: Upper dome of Hacienda San Jose Chapel where connections deteriorated inducing loss of structural integrity. (Credits: J. Paul Getty Trust, 2007)
Figure 6, center: Sample of beetle damage at the adobe walls at the worker residences of the Hacienda Arona y Montalván. (Credits: INC Lima, 2007)
Figure 6, right: Wooden trusses damaged by termites at the San Jose Church. (Credits: INC Lima, 2007)

5.2 Modes of failure:

While it is difficult to assess the structural interactions of the systems exhibited in the building assessment, a number of general observations can be made:

- The performance of load-bearing adobe walls was consistent with behavioral expectations for thick and slender adobe walls as observed in previous earthquakes and shake table testing research:
  - Massive or constrained by buttresses adobe walls generally moved and rocked independently of each other, forming (or reopening) cracks, but generally remained standing.
  - Slender adobe walls were unable to resist the rocking movement and collapsed entirely once the vertical cracks isolated them from the structural system.
- In the churches with vaulted wood and *quincha* roofs, the massive adobe walls moved independently of the vaults when connections failed, causing them to lose bearing and then collapse. When the wooden base plates were in good condition or constrained by other elements such as the lunettes, the arches stand still while vaults collapsed between them.

6. RECOMMENDATIONS

1. There are already a certain number of technical options available to build safely with earth and to retrofit historic earthen sites located in earthquake zones based on scientific research that is worth disseminating.
2. There is potential to develop less invasive alternative retrofitting techniques by adapting traditional methods and materials. Scientific data needs to be acquired to apply engineering concepts and values to traditional retrofitting systems.
3. In Peru, there are important institutions, organizations and a community of experts with a comprehensive understanding of the problem who exhibit a strong will to support and initiate research, implementation and dissemination of enhanced retrofit methods and conservation methodologies for site maintenance.
4. There is a strong need to develop guidelines for seismic retrofitting using local materials and low-tech solutions for its implementation. A program of intervention for minimal strengthening methods, easy repair techniques, and site maintenance would reduce loss of life and damage in future earthquakes.

7. BIBLIOGRAPHY:

Alarcon, John, and Emily So. *2007 August 15 Magnitude 7.9 earthquake near the central coast of central Peru.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. www.istructe.org/eefit/files/EEFIT_Peru_Fonal_Report.pdf.

Bromley, Juan, and José Barbagelata. *Evolución Urbana de la Ciudad de Lima.* Lima: Concejo Provincial de Lima, 1945.

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres **(**CISMID), Fondo del Reconstrucción del Sur (FORSUR), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), and World Bank. “Informe Final del Estudio de Microzonificación Sísmica y Zonificación de Peligro de Tsunami en las Ciudades de Chincha Baja y Tambo de Mora.” Lima: CISMID, 2008. http://www.cismid-uni.org/redacis/articulos.php.

Cobo, Bernabé. *Historia de la fundación de Lima.* Lima: Imprenta Libera, 1629.

García Bryce, J. *La Arquitectura en el Virreinato y la República*. Historia del Perú, Procesos e instituciones, 9. Lima: Editorial Juan Mejía Baca, 1980.

Harth-Terré, E. *Perú, Monumentos Históricos y Arqueológicos.* México: Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1975.

Harth-Terré, E., and A. Márquez Abanto. “Historia de la Casa Urbana Virreinal en Lima.” *Revista del Archivo Nacional del Perú* (XXVI) (Entrega 1) (1962): 1–100.

Johansson, Jörgen, Paola Mayorca, Tatiana Torres, Edwin Leon. “A Reconnaissance Report on the Pisco, Peru Earthquake of August 15, 2007.” CISMID, 2007. http://www.jsce.or.jp/report/45/content.pdf.

Ji, Chen, and Yuehua Zeng. “Preliminary results of the August 15, 2007 Mw 8.0 coast of central Peru earthquake.” United States Geological Survey Report, 2007. http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2007/us2007gbcv/finite_fault.php.

Lermo, Javier, Marlene Limaymanta, Yanet Antayhua, Fernando Lázares. “El Terremoto del 15 de Agosto de 2007 (MW+7.9), Pisco, Peru. Mapas de Classificación de Terrenos con fines de diseño sísmico para las ciudades de Pisco, Ica y Lima-Callao” In *El Terremoto de Pisco (Peru) del 15 de Agosto de 2007 (7.9 M_W)*, edited by Hernando Tavera, 233–268. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 2008. http://khatati.igp.gob.pe/Webs/cns06/libro/trabajo_17.pdf.

Marussi Castellan, F. “Bóveda a base de Quincha en las Edificaciones Monumentales del Virreinato del Perú.” *Informes de la Construcción* **37**(377) (1986): 59-66.

———. “El adobe y la Quincha.” In *Navapalos 1987: Año internacional de las personas sin hogar, III Encuentro de trabajo sobre la tierra como material de construcción,* 147–156. Madrid: Ministerio de Agricultura y Pesca y Alimentación, 1990.

Silgado Ferro, Enrique. “Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513–1970).” *Geofísica Panamericana* 2(1) (1973): 179-243.

Tavera, Hernando, Isabel Bernal, Fleur O. Strasser, Maria C. Arango-Gaviria, John E. Alarcón, and Julian J. Bommer. “Ground motions observed during the 15 August 2007 Pisco, Peru, earthquake.” *Bulletin of Earthquake Engineering* **7**(1) (2009): 71-111.

Tolles, E. Leroy, Frederick A. Webster, Anthony Crsoby, and Edna E, Kimbro. *Survey of Damage to Historic Adobe Buildings after the January 1994 Northridge Earthquake.* GCI Scientific Reports. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1996.

Ulloa, Antonio de, Jorge Juan, Andrés Saumell. *Viaje a la América Meridional*, 2. Madrid: Historia 16, 1990.

United States Geological Survey (USGS). *Magnitude 8.0 – Near the coast of central Peru*. Earthquake Summary. http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2007/us2007gbcv/#summary.

———. Historic Worldwide Earthquakes. Peru. http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php#peru.

Walker, Charles F. *Shaky Colonialism. The 1746 Earthquak-Tsunami in Lima, Peru and its long aftermath.* Durham and London: Duke University Press, 2008.

Williams León, Carlos. *Arquitectura y Urbanismo en el Perú*. Historia del Perú, Procesos e instituciones, 9. Lima: Editorial Juan Mejía Baca, 1980.

8. CURRICULUM:

Claudia Cancino: Architect, Project Manager of the Earthen Architecture Initiative at the GCI. She holds a Certificate in Conservation from *ICCROM* (1995), Business Degree from *ESAN* (1997) and a Master’s of Science and Advanced Certificate in Historic Preservation from the University of Pennsylvania (2002).

Stephen Farneth: Architect, Founding Principal, Architectural Resources Group. Expert in the rehabilitation of architecturally significant buildings. Served as project principal for the Presidio of San Francisco and numerous award-winning rehabilitations at Stanford University. He is currently vice chairman of the ICOMOS U.S and holds a Certificate in Conservation from *ICCROM*.

Philippe Garnier: Architect, Human Settlements director and professor of “Earthen Architecture and Building Cultures” at *CRAterre-ENSAG* His involvement in seismic earthen architecture dates back from Bam when he coordinated the French Aid. He is currently involved in post-seism reconstruction and disaster risk management projects with UNESCO, UNDP, EuropeAid, etc.

Julio Vargas-Neumann: Engineer and consultant for the rectory at Pontificia Universidad Católica del Perú. He has been chief of the engineering department (1969), president of *ININVI* (1980) and vice-minister of housing (1985). As a result of his work, he received the *Premio Nacional de Cultura en Ciencias y Tecnología* of Peru.

Fred Webster: Ph.D. in Structural Engineering from Stanford University has participated in seismic upgrade of earthen structures sponsored by the National Science Foundation (1980s) and the GCI (1990s). Dr. Webster designed seismic retrofits and upgrades for several historic adobe buildings in California (Mission San Miguel, San Luis Rey de Francia).

---

[i] Survey participants: Architecs Norma Barbacci, Claudia Cancino, Miguel Cruchaga, Stephen Farneth, José García, Philippe Garnier, Jorge Lambarri, Patricia Navarro, Mario Segami, Mirna Soto, Luis Villacorta, Wilfredo Torres: Enginners: Urbano Tejada, Julio Vargas, Fred Webster; Lawyer: Juan Pablo de la Puente; Archaologists: Ana María Hoyle.

[ii] Criteria included type, historical significance and quality, distance to epicenter, damage, access and time

[iii] The moment magnitude scale (MMS; denoted as M_w) measures the size of earthquakes in terms of the energy released. The MMS scale was developed in the 1970s to succeed the 1930s-era Richter magnitude scale, M_L.

[iv] From the 18 accelerometer stations, only four time histories from the city of Lima and one from the city of Ica were available to the public by mid-November 2007 by the Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

[v] Cristobal Campana developed comprehensive research studying ceramic scale models of residential housing of the Mochica period.

[vi] *Quincha* is a Spanish term borrowed from the *Quechua* word “qincha” (kincha in Kichwa), which means "fence, wall, enclosure, corral, animal pen”. Real Academia Española, http://www.rae.es/.

[vii] The *Libros de Cabildos* of Lima are 45 volumes of the meetings proceedings of the *ayuntamiento,* or Municipality of Lima, from 1535 and 1824.

[viii] Its first recorded use was for the construction of a drainage system made of brick and cement mortar in Lima in 1869. It is important to mention that in 1916, Peru had its first cement company called *Compañía Nacional de Cemento Portland* followed by its affiliate in 1946 called *Compañía Nacional de Cemento Portland Pacasmayo.*

[ix] University involved in this initiative were te Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) and the Universidad Nacional de Ingenieria (UNI).

[x] See Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. http://www.vivienda.gob.pe/. and Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). http://www.sencico.gob.pe.

GROUTING AS A MEAN FOR REPAIRING EARTH CONSTRUCTIONS

Rui A. Silva[1], Luc Schueremans[2], Daniel V. Oliveira[3]
[1,3]ISISE, University of Minho. Department of Civil Engineering, Campus de Azurém
4800-058 Guimarães, Portugal
Tel. (+351) 253510200, Fax (+351) 253510217
[1]E-mail: ruisilva@civil.uminho.pt
[3]E-mail: danvco@civil.uminho.pt
[2]Building Materials and Building Technology Division
K.U.Leuven-Katholieke Universiteit Leuven. Department of Civil Engineering,
Kasteelpark Arenberg 40 Box 2448 BE-3001 Heverlee, Belgium
Tel. (+32) 16321679, Fax (+32) 16321976
E-mail: Luc.Schueremans@bwk.kuleuven.be

Theme 2: Heritage and Conservation
Key words: Grouting, repairing, testing

Abstract
A good condition of the structural elements of an earth construction is essential for a good global structural behaviour. Therefore, the absence of major cracks is essential. Repairing cracks by using traditional techniques, involving the partial or the total reconstructions of the structural elements, constitutes a very intrusive solution that must, necessarily, be avoided in the case of historical earth constructions. Grouting constitutes an alternative and more practical solution for solving this problem. However, the design of the grouts for earth constructions demands the implementation of a methodical process that accounts both for the structural and durability demands of the construction. Previous works showed that the injection of mud grouts is a reliable and feasible solution. However, the knowledge developed is still very limited, hindering the further development of a methodology for designing mud grouts for earth constructions. Therefore, in this paper an initial methodology proposal for the design of mud grouts is presented and discussed. This results from an ongoing research that aims at the development of suitable grouts for earth constructions.

1. INTRODUCTION

The recently increasing interest in earth constructions, as well as the will in re-discovering this building typology, have increased the research being carried out in this field, most of it promoted both by the qualities recognized to this kind of buildings and by the earth architecture potential. However, the scientific knowledge about earth construction is still limited. One of the areas, where this limitation is strongly noticed, is in the knowledge about the structural behaviour of this kind of constructions. This problem is increased by the fact that most of the times this is a weak point of the earth constructions, especially if they are built in seismic areas. It is known that, in general, earthen materials present low mechanical properties, which in part explains their deficient structural behaviour. The deficient connections between earthen structural elements are another factor contributing for their poor structural behaviour. In the last years, research efforts were carried out aiming to develop solutions for improving the structural behaviour of earth constructions. Most of these solutions are to be applied to new earth constructions, involving changes in the building processes and inclusion of other materials further than simply earth. Progresses are also made towards the development of solutions for improving the structural behaviour of existent earth constructions. Nevertheless, a good condition of the structural elements of an earth construction is essential for a good global structural behaviour. The absence of major cracks is essential for granting this good condition. Cracks in earth constructions can have several sources, such as: (i) earthen materials shrinkage; (ii) structural defects; (iii) thermal movements; (iv) foundation settlements; (v) plant growth; and (vi) earthquakes. The repair of earth constructions is carried out most of the times by

rebuilding the damaged elements or by restoring the missing material. Rebuilding the damaged elements or part of them, is a very intrusive solution, since it implies the substitution of the original materials. In historical constructions, repair is always preferable to reconstruction (ICOMOS, 2003; p. 8), even if earthen materials are used. Currently, a solution is being developed for repairing earth constructions based on grout injection. However, this is an irreversible solution. Therefore, interventions involving grout injection and historical earth constructions distress of special care. Another benefit of repairing cracks is the prevention of further decay on earthen constructions. In general, cracks constitute a way for water infiltration, which can result in its enlargement and weakening of the surrounding earthen material, by increasing its moisture content and by extending the damage even more. Grouting can also constitute a feasible solution for filling voids in the earthen materials, and in this way achieve an improved mechanical behaviour.

The selection of the materials, used for repairing earth constructions by grout injection, has to be carefully evaluated, keeping in mind the risk of compromising their integrity. Using modern materials, such as cement, have many drawbacks as it was observed in historical masonry constructions during many years. One example of the drawbacks of the use of cement in historical masonry is the high strength and stiffness of the repairing materials being incompatible with the ones of the original materials. Other examples are the incompatible microstructure, the salt content and etc. Therefore, the use of cement in the composition of grouts for ancient masonry is limited to a minimum amount needed to obtain the grout hardening within an acceptable time span. This led to the development of binary and ternary grouts, which are composed mainly of lime and pozzolan, like most of the historical mortars. Additionally, a low percentage of cement is added, regarding to the reason previously mentioned. These grouts allowed achieving durable and reliable grouting solutions for historical masonry, which could not be achieved with the traditional cement grouts, neither with organic grouts. Using binary or ternary grouts, for repairing earth constructions, can have analogous drawbacks to the ones of the injection of cement grouts in history masonry. Binary or ternary grouts are, in general, greatly stronger and stiffer than earthen materials are. Therefore, there is a mechanical incompatibility between both materials. The way in which the two materials harden is different as well. The hardening of binary or ternary grouts occurs due to hydration and carbonation reactions of its components (lime, pozzolan and cement) while the hardening of earthen materials occurs due to drying and it is provided by the clay fraction. Between many things, this results in differences on the microstructure of both materials, that may not be compatible. Using cement in the composition of the grout is also a problem for earth constructions, since the content of sulphates in earthen materials is typically high. Therefore, there exists the risk of the formation of expansive products, which can cause damage to the construction. An obvious solution to counter these problems consists in incorporating earth in the grouts, normally called of mud grouts. However other problems arise, as it will be discussed later.

Therefore, an initial methodology for the design of mud grouts will be presented and discussed in this paper, having by base the methodology extensively followed for the design of grouts for historic masonry.

2. DESIGN OF GROUTS FOR MASONRY

A grout can be defined as a "*fluid mortar employed for the filling, homogenization, imperviousness, consolidation and/or upgrading of the mechanical properties of systems presenting pores, voids, cracks, loss of cohesion or of cohesionless systems*" (Toumbakari, 2002, p. 6). In general, grouts are composed by fillers and binders. Two major groups can be distinguished among the binder materials: the organic and the inorganic (or mineral) binders. The main materials of organic binders are polymeric

systems, which can be applied in pure form, pigmented or filled with filling materials. The inorganic binders include air-hardening binders, such as hydrated lime, and hydraulic binders, such as hydraulic lime, Portland cement and all kind of modern cements, lime-pozzolan mixtures and any combination of the previous (Toumbakari, 2002, p. 7).

Grouting has been successively applied in the consolidation of historical masonry constructions during the last years, since it allows economical and reliable solutions. Especially, when applied to three-leave masonry walls. In this typology of masonry, grouting aims to reduce the weakness of the internal core by filling the existing voids and cracks with the hardened grout, and to improve the bond with the external leaves. This is promoted by the high open porosity of the infill material of the internal core, which allows the grout to flow through the intercommunicated voids and reach every empty space in the material. With this technique it is also possible to repair deep and thin cracks lying in the external leaves of three-leaf masonry or in single leaf masonry.

The non reversibility of the grouting technique constitutes its major drawback, since a wrong decision on the materials composing the grout can induce durability and compatibility problems with the injected system. Thereby, nowadays the trend is the injection of binary (mixes of cement and hydrated lime, natural or artificial pozzolans, silica fume, etc.) or ternary (cement, hydrated lime and natural or artificial pozzolans) grouts with low cement content (Vintzileou and Miltiadou-Fenzas, 2008, p. 2265). During many years the aim of grouting historical masonry was exclusively to improve the mechanical properties of the injected masonry, rather than having in mind durability and compatibility concerns. After detecting some problems, these concerns became priority, leading to the development of fundamental studies on grout injection of historical masonry. In fact, these studies have shown that the grout compressive strength is not a fundamental parameter for the grout design, encouraging the experimentation of binders others than cement (Toumbakari, 2002, p. 25), which led to the development of the binary and ternary grouts. Furthermore, this kind of grouts, due to its low content in cement and due to the incorporation of materials similar to the original materials of the masonry, allows avoiding compatibility problems, leading to solutions with enhanced durability (Vintzileou and Miltiadou-Fenzas, 2008, p. 2266). In a rational grout design methodology for a specific intervention, the requirements for the grout materials shall be defined in the first place. This approach should consider the structure, rather than the material, as the starting point. Therefore, the grout design requirements can be defined in two main categories (Toumbakari, 2002, p. 25-26): requirements regarding the mechanical behaviour and the requirements regarding the durability of the injected structure. The improvement of the mechanical behaviour of a structure requires the design of a grout with good injectability and bonding properties, in order to allow the injection of small cracks and voids, and to assure continuity to the masonry. The desired mechanical properties of the grout depend on the structural level of damage and on the structural improvement requirements. It also depends on the time span in which the required mechanical properties must be achieved, since the strength development rate is a controlling factor. For slow hydration or carbonation hardening binders, it is impossible to achieve acceptable levels of strength within a reasonably short time dictated by structural necessities. The Table 1 shows a brief description of the grout design requirements concerning the mechanical behaviour of the injected structure. On the other hand, durability requires the development of a microstructure as close as possible to the microstructure of the existing materials. This can be achieved partly with the use of raw materials similar to the existing ones. However, the expected mechanical properties may be insufficient. A compromise is possible within the use of a limited Portland cement content, as it is used in the binary and ternary grouts (Toumbakari, 2002, p. 26). The bonding is also a key factor for the durability requirements, since it limits the intrusion of detrimental agents and the

subsequent undesirable chemical reactions. A brief description of the durability requirements is presented in Table 2.

Table 1 - Requirements of grouts related to the mechanical behaviour of the injected structure (Toumbakari, 2002, p. 26).

Requirement	Description
Injectability	- low yield value and viscosity - penetrability: in voids with diameter smaller than 0.3 mm - stability: no substantial density gradients along the height of the - low bleeding: lower than 5% after 120 min rest
Bonding with existing materials	- relatively low shrinkage (although autogeneous shrinkage is unavoidable) - minimal heat of hydration - setting and hardening in dry as well as in wet environment
Sufficient mechanical properties within a defined span	- development of the required mechanical properties in 90 days - compressive and flexural strength dictated from the structural analysis

Table 2 - Requirements of grouts related to the durability of the injected structure (Toumbakari, 2002, p. 26).

Requirement	Description
Compatible microstructure	- compatible porosity and pore size distribution: they depend on the porosity of the existing materials as well as on the required strength of the new materials - type of the hydration products: similar (though not necessarily identical) to the existing
Bonding with the existing materials	- limitation of diffusion of SO_2, chlorides, etc. - resistance against deterioration due to environmental factors
Properties of the raw materials	- minimal content in gypsum and soluble salts (especially in releasable alkali)

3. DESIGN OF GROUTS FOR EARTH CONSTRUCTIONS

3.1 Grouting as a repair solution for earth constructions

As previously referred to, repairing structural cracks is essential for re-establishing the structural integrity of an earth construction. However in rehabilitation interventions on earth constructions, cracks are not often truly repaired. Most of the times, they are “cosmetically” hidden by covering them with a plaster or by filling them with coarse material (pieces of bricks and stones) and huge quantities of mortar. These procedures do not grant an acceptable continuity to the earth construction, and usually cause more problems than they solve (Keefe, 2005). The traditional techniques, for structural crack repair in earth constructions walls, require the removal of parts of the original walls, in order to create a key pattern around the crack, and therefore a mechanical connection between both sides. This is carried out by cutting horizontal chases on the wall with a determined spacing, which may destabilize the construction if cut too deeply. The removed material is then replaced by new material, such as mud bricks and earth mortar, which must be well bonded with the original wall material (Keefe, 2005, p. 170-174). These techniques are very disturbing and intrusive, which makes the grout injection a more practical and less intrusive solution. Grouting can also be used to fill voids and gaps in the earth construction caused by biological activity, such as the penetration of plant roots or tunnels excavated by animals. Moreover, it can also be used to complement other strengthening/repairing techniques, such as the application of ties for strengthening the connection between walls.

3.2 Developments made in the design of mud grouts

Some attempts and studies about injecting earth constructions were already carried out by other researchers. The grouts studied or proposed had the incorporation of earth on its composition in common. Besides earth, the blends also incorporated stabilizers, such as bentonite, hydrated lime, hydraulic lime, fly ash, “mercula” clay, Portland

cement and gypsum. The results obtained globally showed that grouting earth constructions is a promising and feasible technique. Although, great problems and limitations were noticed, such as the high shrinkage, lack of fluidity and deficient penetration capacity of the grout. Unfortunately, the mud grouts were not deeply characterized and most of the times the evaluation was qualitative rather than quantitative, which does not allow drawing extended conclusions from these researches.

Roselund (1990, p. 336-341) suggests a simple methodology, concerning compatibility and structural requirements, for injecting cracks of adobe constructions, as well as a procedure to do it. This study also stresses the shrinkage problems of mud grouts and the beneficial effect of the addition of stabilizers in this sense. It also shows concerns related with rheology of the tested grouts, by evaluating its fluidity by the consistency test and the penetrability by visual inspection. A more recent study, carried out by Vargas *et al.* (2008, p. 1095-1099), also highlights the problem of the shrinkage in mud grouts, especially in the case of grouts with finer particles required for finer cracks. Another interesting conclusion stated in this study, is that the addition of stabilizers (such as cement, lime and gypsum) in quantities till 20% of the earth weight (no bigger percentages were tested) does not benefit the development of the bond between the grout and the adobe. However, the main conclusion of this work was that the injection of unstabilized mud grouts was effective in recovering or even increasing the original strength of damaged adobe wallets. Requiring, although, the injection to be well executed, evidencing the importance of the penetrability and fluidity of the mud grouts.

3.3 Design of mud grouts

A specific grout design methodology for earth constructions is not available yet. The methodology used for masonry can be adopted. Although, the grout design requirements have to be redefined specifically, since grouts incorporating different materials have to be developed in order to avoid compatibility and durability problems, and to avoid repeating the same errors committed in the past in the injection of historic masonry. As already stressed, incorporating earth in the composition of the grout is the most logical and suitable option for injecting earth constructions. However some problems and difficulties arise. Incorporating, in a mud grout, the same earth used for building the construction to be injected is the most economical solution and, probably, the material that would fit better the compatibility requirements. However, the quality that is demanded to the materials composing a grout does not allow it most of the times, due to the earth heterogeneity and properties divergent to the ones that are required to the grout. In this case, the selection of materials with controlled quality and superior homogeneity is preferable. The design of mud grouts is a complex task that depends on many variables, requiring a “non-linear system” to be solved, since all variables depend on each other. In Fig. 1 a design methodology proposal for mud grouts is represented, where each variable involved represents the properties that should be controlled in the definition of the grout. The properties arising are the bond, the rheological behaviour, the grout strength, the fresh state stability, the compatible microstructure and the chemical stability in the hardened state. Like for the design of a grout for injecting historical masonry, also the design of a mud grout must be concerned with the mechanical behaviour and durability of the construction.

<u>Rheology:</u>

The mud grouts must hold such rheological behaviour that allows them to completely fill cracks or voids laying in earth constructions. This is essential to assure the continuity of the repaired earthen walls and to re-establish the monolithic behaviour of the earthen structure. Thereby, all the factors influencing the rheology, such as the texture (particles size, distribution and shape), the interaction between particles (dispersion or flocculation), the quantity of solids in the grout, the mixing procedure and

the action of superplasticizers or dispersants, must be carefully accounted for during the design of the mud grout. Moreover, the capacity of the dry earthen materials in absorbing quickly high amounts of water requires that the grout presents a great water retention capacity during its injection. This is essential in order to maintain its fluidity and penetrability during all the injection process. This can be done by adding lime to mud grout, which additionally has the advantages of being a stabilizer and not being a strange material to earth constructions.

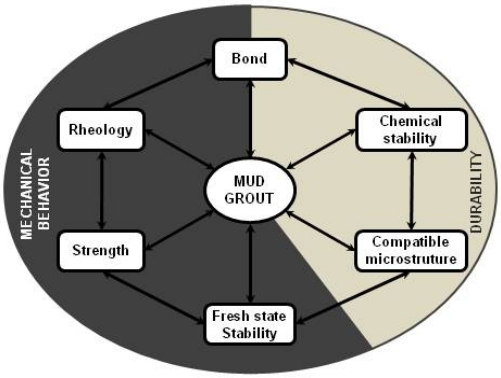


Fig.1 – Design methodology of mud grouts.

Strenght:

The strength developed by the grout should be the one that the structural level of damage demands. However, employing grouts much stronger than the original earthen material should be avoided. Stiff grouts can cause problems of mechanical incompatibility, since the hardened grout hardly is able to follow the displacements occurring in the earth construction, resulting in damage to the intervention. Therefore, the addition of stabilizers has to be carefully considered, since it increases greatly the Young's modulus of the earthen materials. For example the Young's modulus of the unstabilized adobe of an old house can range between 80 N/mm^2 and 500 N/mm^2 (Silva, 2008, p 112), while a mud grout prepared with 40% of a binder (50% of hydraulic lime and 50% of cement) and 60% of earth (mixture of 30% of kaolin clay with 70% of sand) can present a Young's modulus ranging between 10340 N/mm^2 and 10590 N/mm^2 (On Yee, 2009, p. 64). However, not using a binder in a mud grout composition relies its hardening exclusively to the drying of the material. The drying of the mud grout is processed essentially through the water absorption of the original earthen material. This can be problematic if it is required to achieve a certain level of strength in short time span. The incorporation of hydraulic binders gives the mud grout a more independent behaviour.

Bond:

A good mud grout design requires that enough bond develops between the hardened grout and the original earthen material. This is essential for granting the continuity of the earthen structure, both for structural and durability reasons. The swelling/shrinkage nature of earth constitutes a major drawback. During the drying of a mud grout, its shrinkage can lead to cracking and consequently the required bond cannot be established. This is also a common problem found in reparation works using earthen materials (Keefe, 2005, p. 166). In order to overcome the shrinkage problem of mud grouts, several options can be suggested. The first consists in adopting selected clays with low shrinkage ratio in the composition of the grout, such as kaolinite clays. The texture of the mud grout is another parameter which can be intervened, by decreasing clay content of the grout and by correcting the particles size distribution with addition of "unshrinkable" fine material (fly ash, silica fume, calcium carbonate powder, quartz powder and etc.). Another possibility consists in decreasing the water content. However, this has greater consequences on the rheology, which can only be

counteracted by using dispersants that allow it. Using stabilizers is also an alternative to solve the shrinkage problem, but other problems can arise of this decision.

Chemical stability:
A mud grout also needs to present chemical stability over time. The salts content has to be limited in order to avoid efflorescence and crypto efflorescence problems. Moreover, the grout must present resistance to aggressive compounds present in the original materials of the construction. For example if a possible mud grout contains Portland cement, there is a possibility of formation of expansive products since the presence of sulphates is very common in earthen materials. In alternative, it can be used lime or hydraulic lime (if produced below the sintering temperature).

Stability during the fresh state:
During a mud grout fresh state, it must present stability. Therefore, it shall present limited bleeding, no segregation and adequate water retention. These are essential in order to assure that the mud grout maintains its fluidity and penetrability during the injection and remains homogenous after hardening. Therefore, using an earth with large particles in the composition of the mud grout for solving the shrinkage problem can constitute a major drawback since they easily tend to settle.

Compatible microstructure:
Obtaining a hardened mud grout microstructure compatible with the one of the original earthen materials is essential for fulfilling the durability requirement. The water vapour penetrating on the earthen materials has to be able to do it freely. If a grout with low porosity is injected, it can constitute a barrier, making the water vapour condensate. This is harmful for the intervention or for the construction, depending on the size of the intervention. The condensed water can leech the material around the grout disturbing the bond created, and therefore, damaging the intervention. In the cases where a big grout barrier is created, the condensed water can lead to the weakening of the earthen materials that at long-term can be responsible for an eventual collapse. Therefore, the incorporation of materials such as cement has to be carefully evaluated, since it reduces the porosity of the mud grout. The thermal properties of the hardened grout must also be closer to the ones of the original earth materials. This is even more important in monolithic earth constructions (for example rammed earth), where the grout has to be able to follow the thermal displacements of the earthen materials.

4. TESTING

4.1 Rheology

The experimental characterization of the mud grout is essential for achieving a suitable design. Therefore, a short description of suitable tests will be given in this section. As previously mentioned the rheological behaviour of a grout is of extreme importance to the success of the grouting intervention. Therefore, it is important to evaluate this behaviour experimentally even if not directly. There are three types of tests typically used to evaluate the rheological behaviour of grouts. The flow time test is performed by making a known quantity of liquid with a certain temperature flow by gravity through a Marsh’s cone, and then by measuring the time required for emptying the cone. It is a very practical test, but it only allows getting an indirect measure of the fluidity, since the flow time depends on many other variables besides the rheological behaviour. Therefore, a direct relationship between the flow time and the rheological parameters that characterize the flow of a certain liquid cannot be established. The penetrability test consists in making a grout penetrate through a cylindrical column of sand with a specified permeability. The particles size and distribution of the sand are controlled in order to create a network of voids with specified dimensions. However, in order to simulate the absorption capacity of the dry earthen materials the sand can be substituted by brick dust. This is a test based on the visual inspection of the grout flow

through the column that is injected at the bottom part with a certain pressure. Therefore the cylindrical container has to be made of transparent material. The flow curve determination is the only test that allows characterizing the rheological behaviour of a grout. This can be performed by resourcing to a rheometer that applies a programmed shear rate history (or another related quantity) to the grout and measures the response in terms of shear stress (or another related quantity). There are others rheometers that do the inverse. However, it is more usual resourcing to viscometers to characterize the rheological behaviour of grouts, which only allow applying and measuring a single flow condition at once. This implies repeating manually the test with different flow conditions in order to obtain the curve relating shear rate and shear stress. There are several kinds of viscometers with different limitations on the equipment or on the principles in which it is valid (minimum/maximum shear rate or shear stress) and with different accuracies. The grout rheological behaviour is normally associated to follow a non-Newtonian Bingham law in the flow domain in which the injection is executed. Therefore, the results obtained are fitted to this law in order to obtain the respective yield stress and plastic viscosity of the grout.

4.2 Strength

The strength of the mud grout is an important factor to be considered, regarding the structural demands of debilitated earth construction. Both the tensile and compressive strength of the grout should be evaluated. The three point bending test is the most common test to evaluate the tensile strength of grouts and also mortars. It consists in making a square cross section beam of grout, simply supported, break at the middle span section due to a load applied in this same section. The ultimate bending allows calculating the maximum tensile stress upon collapse, by considering a linear elastic behaviour. This test normally overestimates this property, but is less expensive and more practical than the direct tensile test. The compression test consists in making a grout specimen, with a specified cross section and height, collapse by compressing it. If the displacements of the specimen are measured during the test, important mechanical parameters, such as Young's modulus and Poisson coefficient, can be computed, besides the compressive strength.

4.3 Bond

The bond created between the grout and the original earthen materials is of great importance for granting the continuity and durability of the construction. The shrinkage of the grout directly affects the bond, and therefore is another property that should be evaluated. To evaluate the bond created, special specimens consisting in "sandwiches" made by injecting a grout between two pieces of the earthen material must be first prepared. The tensile bound can then be tested by directly pulling the two pieces or by submitting the specimen to a 3- or 4-point bending test. The shear bond also can be carried out with the same kind of specimens, by submitting them to a shear-box test. The linear shrinkage test consists in making a specimen of hardened grout with a specified geometry and dimensions. Then the distance between two points of the grout is measured over time till it reaches a stable value. This allows computing the linear shrinkage of the grout.

4.4 Chemical stability

In order to grant a durable repairing solution, the selected materials for composing the grout should present chemical resistance to aggressive compounds present in the earthen materials. The products resulting from the hardening of the grout must also present a stable chemistry that avoids their transformation in product that may be responsible for durability problems. Therefore, both the grout and the earthen material have to be chemically tested. The chemical analyses performed on the earthen materials and on the materials composing the mud grout, are useful for identifying compounds likely to be involved in harmful reactions. This is helpful to limit the quantity

or prevent the addition of a harmful material to the mud grout. The x-ray diffraction technique (XRD) is useful for identifying the clay fraction mineralogy both in the mud grout and earthen material. This allows identifying expansible clay minerals that might be responsible for inappropriate grout shrinkage or swelling problems due to the contact of the earthen materials with water. The thermogravimetric analysis technique (TGA) and the complementary first derivate of thermogravimetry technique (DTG) are useful techniques for monitoring the transformation of hydration and carbonation products in mud grouts where binders were used. By doing this, it allows verifying the grout stability over time.

4.5 Stability during the fresh state

A grout, when in its fresh state, must present stability, i.e., the solid particles must be suspended in the liquid phase during a period of time that does not compromise the homogeneity of the hardened grout or the injection process (blocking of the voids network due to settlement of the larger particles). Therefore, it is necessary to determine experimentally how stable the proposed grout is. The bleeding test consists in filling a graduated cylinder with the fresh grout and measuring over time the height of the water layer appearing on top, resulting from the bleeding and segregation of the grout. This is a simple test, however it is insufficient to evaluate the stability of a mud grout, because it only evaluates what happens at the surface and the segregation is only detected when the water layer becomes visible. The density stability test constitutes an alternative with the advantage of not requiring visual inspection to evaluate the grout stability. This test is performed by hanging in the fresh grout an object with a specific volume, and then by measuring the buoyancy force over time. This force is proportional to the density of the grout according to Archimedes's law. Due to the settlement over time of the larger particles, the density of the grout decreases, being reflected in decrease of the measured buoyancy force.

4.6 Microstructure

As stated before, having mud grouts with a compatible structure is fundamental for achieving a durable grouting solution. Therefore, the porosity of the grout should be experimentally evaluated. However, evaluating experimentally the porosity of earthen materials is normally a difficult task, since the traditional methods result in the disintegration of the specimen before ending the test. Methods that involve submerging the specimen in water fail in determining the open porosity due to the lack of resistance of earthen materials to water. The mercury intrusion is also an infective technique since the pore structure fails due to the pressure. However by knowing the density of the material, by using a pycnometer, it is possible estimate the total porosity of a mud grout.

5. CONCLUSION

Grout injection of mud grouts has many advantages as a repair technique for earth constructions, when compared with traditional techniques for structural repair of cracks. In particular, a previous study showed the effectiveness of the grout injection in recovering the original strength of the earth constructions. Nevertheless, the knowledge about mud grouts was demonstrated still to be very limited, particularly in the domain of their rheology. Additionally, the irreversible nature and complexity of the grouting technique demand the development of a grout design methodology that grants the long-term durability of this kind of interventions. Therefore, an initial methodology for mud grouts design is proposed in this paper, based on the grout design methodology for historical masonry. The continuous development of this methodology can only be achieved if the knowledge about mud grouts is also developed through experiments. This is within the scope of the ongoing research being carried out by the authors.

Bibliography

ICOMOS (2003). Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage.

Keefe. L. (2005). Earth Building: Methods and materials, repair and conservation. London: Taylor & Francis.

On Yee, L. (2009). Study of earth-grout mixtures for rehabilitations. Msc. Thesis. Guimarães: University of Minho.

Roselund, N. (1990). Repair of cracked walls by injection of modified mud. 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture: Adobe 90 Preprints. Las Cruces, New Mexico, USA, pp. 336-341.

Silva, R.A. (2008). Caracterização experimental de alvenaria antiga: reforço e efeitos diferido. Msc. Thesis. Guimarães: University of Minho.

Toumbakari, E. (2002). Lime-Pozzolan-Cement Grouts and their Structural Effects on Composite Masonry Walls. PhD Thesis. Civil Engineering department. Leuven: K.U. Leuven.

Vargas, J., Blondet, M, Cancino, C., Gionocchio, F., Iwaki, C. and Morales, K. (2008). Experimental results on the use of mud-based grouts to repair seismic cracks on adobe walls. Bath: Structural Analysis of Historic Construction –D'Ayala & Fodde (eds). pp. 1095-1099.

Vintzileou, E. and Miltiadou-Fezans, A. (2008). Mechanical properties of three-leaf stone masonry grouted with ternary or hydraulic lime-based grouts. Engineering Structures 30. pp. 2265-2276.

Acknowledgements
The first author wishes to express his gratitude to the Portuguese Science and Technology Foundation for the scholarship granted.

Curriculum

Rui Silva: Civil Engineer graduated from University of Minho, Portugal. He has a MSc. degree in Civil Engineering obtained also at University of Minho. Currently he is a PhD student in Civil Engineering both at UMinho (Portugal) and KULeuven (Belgium).

Luc Schueremans: graduated as a civil engineer at K.U.Leuven in 1995. He defended his Ph.D. thesis at the end of 2001. Since 2008 he is full time professor at KULeuven Civil Engineering Department. His research focuses on the structural assessment of existing historic structures.

Daniel Oliveira: received his PhD in Civil Engineering Structures from the University of Minho in 2003, where he has been working since then on topics related to ancient masonry constructions and earthquake engineering.

REFORÇO DE PAREDES DE ADOBE: CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL DE UMA SOLUÇÃO DE REFORÇO SÍSMICO

António Figueiredo[1]; Humberto Varum[1]; Aníbal Costa[1]; Miguel Santos[2]
[1]Departamento de Engenharia Civil
Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, PORTUGAL
E-mail: ajfigueiredo@ua.pt ; hvarum@ua.pt ; agc@ua.pt
Tel.: +351 234 370049 - Fax: +351 234 370094
[2]STAP - Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, SA
Rua Marquês da Fronteira, n.º 8, 3.dto, 1070-296 Lisboa, PORTUGAL
E-mail:lmsantos@stap.pt

Tema 2: Património e Conservação
Palavras-Chave: Paredes de alvenaria de adobe, vulnerabilidade sísmica, reforço sísmico.

Resumo
O uso de blocos de terra comprimida secos ao sol é das técnicas construtivas mais antigas das sociedades humanas. Actualmente cerca de 30% da população mundial vive em construções de terra. Aproximadamente 50% da população dos países em desenvolvimento, incluindo a maioria da população rural e cerca de 20% da urbana, vivem em casas de terra (Houben e Guillard, 1994). Em geral este tipo de construções encontra-se em zonas rurais de baixo poder económico e em regiões de alto risco sísmico. Devido ao seu comportamento frágil na presença de solicitações horizontais, comprovado pelos danos severos que os sismos têm causado nestas construções (El Salvador 2001, Áquila 2009) torna-se necessário desenvolver soluções de reforço sísmico para estas estruturas.

Foi construído no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro um modelo de parede com geometria em planta em forma de I à escala real, e ensaiado sob acção de cargas horizontais cíclicas. O objectivo central deste estudo foi obter uma base de conhecimentos que permita desenvolver uma avaliação da segurança e reforço para este tipo de estruturas. Após o ensaio original, os danos foram reparados e procedeu-se ao reforço da parede, sendo esta novamente submedida a um ensaio cíclico. Com a aplicação da reparação e reforço na parede em I, pretende-se demonstrar que a reabilitação para alvenarias de adobe é uma solução sustentável, resistente e bastante eficaz na presença de solicitações horizontais cíclicas, como as induzidas por sismos. Os estudos efectuados nos dois modelos (antes e após reforço) permitem desta forma, o desenvolvimento e calibração de novos modelos numéricos, uma melhor interpretação das patologias estruturais mais comuns, o desenvolvimento de outras soluções de reforço e poderão assegurar a utilização de técnicas de reforço sísmico aplicadas em construções de alvenaria de adobe, no património nacional e mundial.

1. ENQUADRAMENTO

Em Portugal Continental, sobretudo na região litoral centro, pode encontrar-se um vasto património construído em alvenaria de adobe. Muitos desses edifícios, nomeadamente nos centros históricos, têm um considerável valor arquitectónico, particularmente do estilo “Arte Nova”. Atendendo a que grande parte deste património se encontra num estado de degradação acentuado, tem-se verificado um crescente interesse na sua recuperação. Como os modelos e as técnicas de reparação e reforço recentes, aplicadas a estruturas modernas, mostram-se inadequadas para a reabilitação em alvenaria de adobe, ocorre a necessidade de se desenvolverem novos estudos que venham colmatar a falta de informação existente neste domínio. Uma vez que estas estruturas apresentam uma elevada vulnerabilidade sísmica, localizadas em zonas de perigosidade não desprezável, o risco sísmico deve ser considerado na análise da segurança estrutural. Os sismos que ocorreram com fortes intensidades em regiões, que a construção predominante é o adobe, produziram elevados danos nas estruturas levando-as em números muito elevados ao colapso. Em muitos casos, na

origem de um colapso frágil destas estruturas, encontram-se associadas muitas perdas humanas e feridos graves. Com os números das vítimas e das estruturas que têm colapsado durante os sismos, demonstra-se que as construções em adobe na ausência de um adequado reforço, são extremamente sensíveis e vulneráveis à acção sísmica.

A Universidade de Aveiro tem efectuado inúmeros ensaios experimentais de caracterização do adobe e suas estruturas, para colmatar a pouca informação existente, nomeadamente a realização de levantamentos dimensionais, estudos da composição dos diferentes adobes da região, ensaios cíclicos e dinâmicos e mecanismos de colapso (Varum *et al.,* 2005; Varum *et al*., 2006). Pelos estudos tem-se constatado que, apesar do elevado estado de degradação existente nas construções de adobe da região de Aveiro, a maioria destas edificações continua a satisfazer as funções para as quais foram projectadas e assim vão atestando a longevidade e duração do adobe como material de construção. Para se assegurar uma boa preservação destas estruturas, regra geral, pequenas obras de manutenção e conservação são suficientes. Verifica-se no entanto que, muitas vezes, a solução adoptada pelos proprietários tem passado pela demolição, devido à falta de conhecimentos e de empresas qualificadas na reabilitação destas alvenarias.
Um outro país que tem sido pioneiro em ensaios experimentais sobre construções em terra, tem sido o Peru. Com os danos devastadores que se têm sentido nestas construções de terra aquando à existência de um sismo, a Universidade Católica do Peru tem desenvolvido vários estudos experimentais desde meados dos anos setenta até à actualidade (Corazão e Blondet 1974; Blondet *et al.*, 2003; Blondet *et al.*, 2004). Estes estudos têm permitido uma melhor caracterização das estruturas de adobe, encontrando e desenvolvendo algumas soluções de reforço sísmico.

2. CONSTRUÇÃO DE UMA PAREDE À ESCALA REAL DE ALVENARIA DE ADOBE

Através de uma recolha de blocos de adobe, realizada numa demolição que decorreu na região de Aveiro, construiu-se uma parede com geometria em planta em I, à escala real, no Laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Tendo em consideração, a argamassa encontrada na zona da demolição e mantendo as mesmas composições das argamassas encontradas no distrito, usou-se um traço de 1:1:2 (cal hidratada, terra ligeiramente argilosa e areia) para a construção da parede e, posteriormente, com a mesma composição para o seu reboco. De forma a criar uma base mais sólida, resistente e com uma ligação mais rígida entre a parede e a fundação, realizou-se a primeira fiada de blocos de adobe colocados a par na sua maior direcção, utilizando-se uma argamassa de cimento (Pereira, 2008).

O resultado final foi uma parede com uma altura de 3,07m, um comprimento de 3,5m e uma espessura média de 0,29m. Após a construção da parede e decorrido o tempo de cura, procedeu-se ao seu reboco, ficando este com uma espessura média de 2cm (Pereira, 2008).

2.1. INSTRUMENTAÇÃO USADA NA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Para a realização dos ensaios foi colocada uma carga vertical uniformemente distribuída de 20kN no topo da parede, de forma a simular as acções permanentes, nomeadamente o peso próprio das coberturas em madeira, existentes nas construções mais antigas e as sobrecargas existentes nos edifícios. Essa carga vertical foi aplicada no topo da parede em todo o comprimento da aba, através de um pórtico metálico.

Os deslocamentos sofridos pela parede durante o ensaio cíclico foram registados através de transdutores electrónicos, fixos a estruturas externas à parede. Para o registo dos deslocamentos verticais, fixaram-se os transdutores à sapata que servia de base à parede e para os deslocamentos horizontais, utilizaram-se como sistema de fixação andaimes metálicos ancorados à laje do laboratório.
A aplicação da força à parede durante o ensaio efectuou-se através de um actuador hidráulico, com capacidade de impulsionar uma carga máxima de 90kN. O actuador continha uma célula de carga do tipo TC4 da marca AEP-Transducers que permitia medir a intensidade da força aplicada.

A aquisição e o controlo dos dados foram efectuados com recurso a um par de placas de aquisição da National Instruments ligadas via USB, a um computador que registava os deslocamentos em função da força aplicada, através de um programa com base na plataforma LabVIEW desenvolvido pelo LESE.

Os ensaios dinâmicos realizaram-se através de um sismógrafo colocado no topo da parede, que media as acelerações impostas através da excitação de uma pancada com um martelo sobre esta. Das acelerações medidas, derivam as frequências próprias da parede.

2.2. EVOLUÇÃO DOS ENSAIOS

2.2.1. ENSAIOS CÍCLICOS

O ensaio cíclico executou-se através da aplicação de uma força cíclica de amplitude crescente, aplicada a 2,5m de altura da parede cotada desde a primeira fiada, até à sua rotura.

Após o primeiro ciclo de forças impostas à parede, correspondentes a um deslocamento máximo no seu topo de 0,1mm, verificou-se a formação das primeiras fissuras de espessura de um fio de cabelo. No ciclo seguinte, (Δ=0,5mm) constatou-se a formação de uma fissura oblíqua na alma da parede (Fig. 1). Para um deslocamento de 1mm deu-se o colapso da parede, registando-se duas grandes fendas em forma de “cruz” que se propagaram pelas duas faces da alma da parede (Fig. 2).



Fig. 1 - Início da fissuração (Pereira, 2008); Fig. 2 – Propagação e formação de novas fissuras (créditos: Pereira, 2008).

Do impacto provocado na ligação entre o actuador e a parede verificou-se um esmagamento localizado na correspondente zona envolvente. Observou-se também, na parte superior do banzo, um deslocamento diferencial lateral do mesmo pano da parede (Fig. 3), que provocou um desalinhamento na sua verticalidade. Com a continuação da aplicação da força horizontal com elevadas amplitudes de deslocamentos, previa-se que esta correspondesse a uma das zonas frágeis de possível início de desmoronamento da parede.



Fig. 3 – Danos observados na face interior da parede, junto ao apoio (créditos: autores 2009).

No gráfico da Fig. 4 observa-se a evolução da força horizontal aplicada com a resposta medida em termos de deslocamento horizontal ao nível do ponto de aplicação da força.
Como resultados deste ensaio cíclico verificou-se uma capacidade máxima ao corte da parede de 58kN, para um deslocamento de 1mm, registado no seu topo. Nos ciclos seguintes, a força foi aplicada até um deslocamento máximo no topo da parede corresponde a 13,7mm. Para esse deslocamento a força registada foi de 30kN, valor correspondente a uma resistência residual da parede de 50% da sua capacidade ao corte (Pereira, 2008).

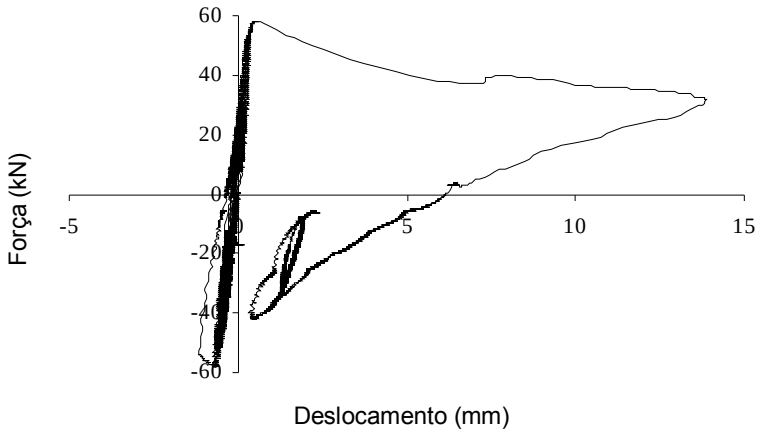


Fig. 4 - Força *versus* deslocamento ao nível da aplicação da força (créditos: adaptado de Pereira, 2008).

2.2.2. ENSAIOS DINÂMICOS

Através do sismógrafo colocado na reentrância existente no topo da parede, foram efectuadas várias leituras das correspondentes acelerações medidas, ao fim de cada ciclo de deslocamentos impostos. Destas acelerações como já foi referido no ponto 2.1 derivaram as frequências próprias da parede carregada verticalmente. Na Fig. 5 apresenta-se a evolução da primeira frequência ao longo do ensaio.

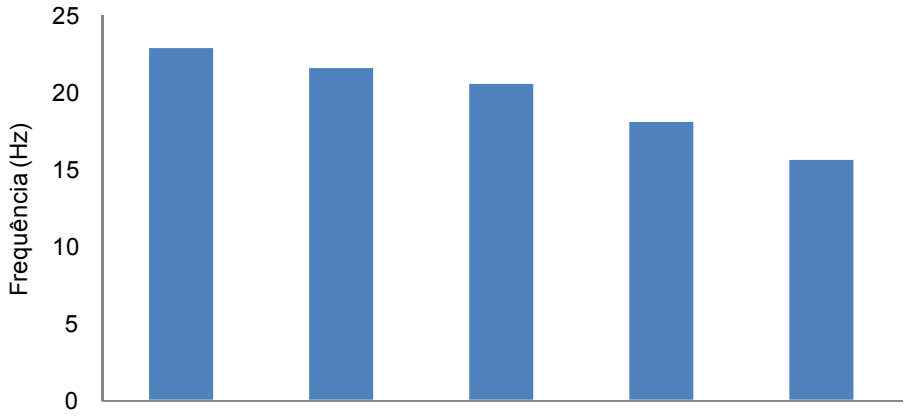


Fig. 5 - Evolução da frequência ao longo do ensaio (adaptado de Pereira, 2008): 1- Δ=0mm; 2- Δ=0,1mm; 3- Δ =0,5mm; 4- Δ =1mm; 5- Δ =13,7mm (créditos: autores 2009).

Do gráfico representativo da evolução da primeira frequência medida antes, durante e após o ensaio (Fig. 5), conclui-se:

- A primeira frequência natural da parede original, com carga vertical instalada, e antes da aplicação do primeiro ciclo de cargas horizontais é de 22,95Hz;
- Após os primeiros ciclos, com o aparecimento dos danos na parede, o valor da frequência cai para 21,58Hz e em seguida para 20,51Hz;
- Após o ciclo correspondente à rotura da parede (Δ=1mm) a frequência sofre um grande decréscimo, caindo para um valor de 18,07Hz;
- No final do ensaio (após grandes amplitudes de deslocamentos) a frequência sofre uma quebra final para 15,63Hz.

Esta elevada diminuição da frequência que se sentiu na fase final do ensaio, em que os deslocamentos impostos tinham grandes amplitudes, verificou-se pela elevada perda de rigidez da parede, causada pelos danos instalados.

3. ENSAIOS AOS MATERIAIS

3.1. ENSAIOS DE FLEXÃO E COMPRESSÃO AOS PROVETES DE ARGAMASSA DE CONSTRUÇÃO

Conjuntamente com os ensaios cíclicos e dinâmicos realizados na parede, foram testados (Fig. 6 e Fig. 7) os provetes de argamassa de dimensões de 16×4×4cm^3, produzidos durante a sua construção. Dos resultados, verificou-se que a tensão média de rotura em flexão corresponde a 34% da mesma tensão média de rotura em compressão (0,67MPa).



Fig. 6 – Ensaio de flexão; Fig. 7 – Ensaio de compresão (créditos: autores 2009).

3.2. ENSAIOS DE FLEXÃO AOS BLOCOS DE ADOBE

Para uma avaliação mais rigorosa, devido à grande heterogeneidade das características do adobe, ensaiou-se à flexão (Fig. 8), alguns blocos provenientes da mesma demolição dos usados na construção da parede. Dos ensaios obteve-se uma tensão de rotura média de 0,54MPa.

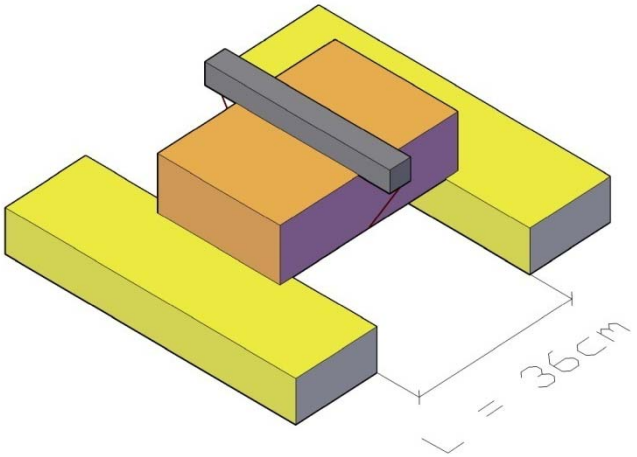


Fig. 8 - Esquema geral do ensaio à flexão dos blocos de adobe (créditos: autores 2009)

O passo seguinte passou pelo estudo e posterior definição da solução de reparação e reforço a aplicar na parede. Definiu-se como solução de reparação, a aplicação de uma goma à base de cal para a selagem das fissuras e, para o reforço, projectou-se a aplicação de uma rede sintética em toda a envolvente da parede. Estas soluções tiveram como primeira prioridade, garantir uma solução sismoresistente que garantisse uma boa compatibilidade entre os materiais utilizados, procurando sempre a solução mais económica e de fácil execução.

Com os blocos fracturados dos ensaios de flexão, estudou-se qual a solução mais eficaz a aplicar na selagem das fissuras existentes na parede. A estratégia consistiu na “colagem” dos blocos partidos com diferentes ligantes. Utilizou-se um ligante de cal hidráulica, outro de cal aérea e um terceiro correspondente a uma mistura na proporção 1:1 dos dois primeiros.



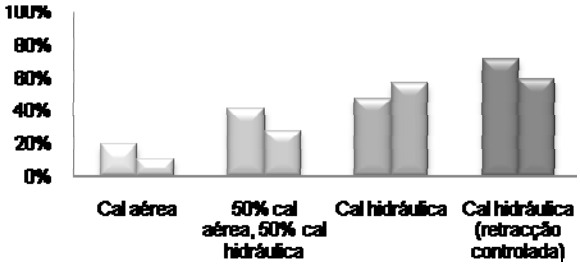


Fig. 9 – Ensaio de flexão aos blocos reparados; Fig. 10 – Avaliação da eficiência das selagens (medida em termos do valor da recuperação da resistência inicial) (créditos: autores 2009).

Dos ensaios realizados (Fig. 9) verificou-se que os melhores resultados obtidos na eficiência da ligação (Fig. 10) estiveram presentes na solução de cal hidráulica. Comparando os valores de resistências obtidos entre os blocos no seu estado original e após selagem, verificou-se que a recuperação da resistência foi de aproximadamente 65%.

3.3. ENSAIOS DE TRACÇÃO À REDE SINTÉTICA USADA NA REABILITAÇÃO DA PAREDE

Após uma pesquisa detalhada da vasta gama de redes disponíveis no mercado, por uma pré-analise das características técnicas disponíveis, seleccionou-se para aplicar no reforço da parede, uma rede sintética com paredes de reduzida espessura (0,8×0,6mm), com uma elevada maleabilidade para facilmente se ajustar às imensas irregularidades dos blocos de adobe e pouco vidrada, facilitando assim a sua aderência com a argamassa. Com o objectivo de se obter uma melhor caracterização da rede seleccionada para o reforço, desenvolveu-se uma campanha de ensaios de tracção. O ensaio foi realizado com recurso a quatro cantoneiras cortadas em forma de T, para permitirem o agarre da rede e em simultâneo à máquina de tracção (Fig. 11 e Fig. 12). Este ensaio foi efectuado a uma velocidade de três milímetros por minuto e a uma temperatura ambiente de 22º.

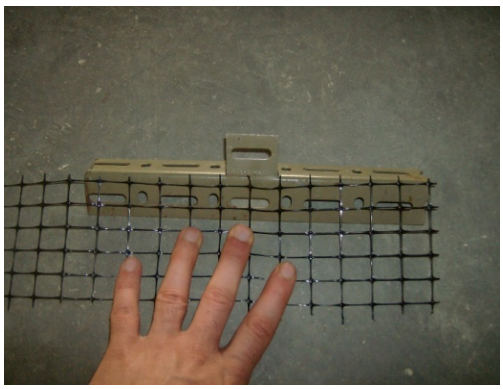
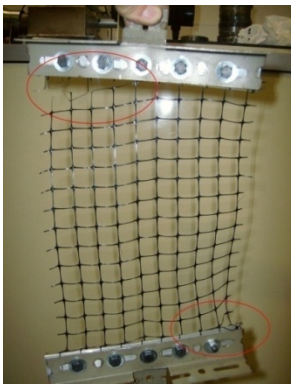




Fig. 11 e Fig. 12 – Cantoneira de fixação da rede e imagem elucidativa do ensaio (créditos: autores 2009)



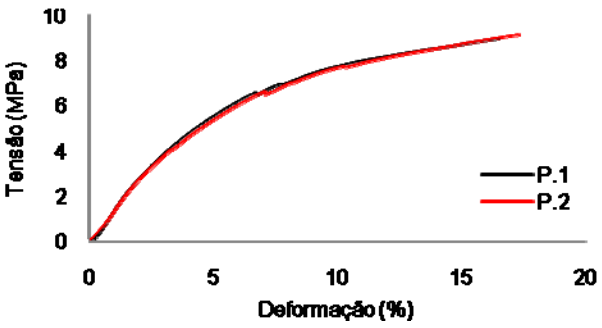


Fig. 13 e Fig. 14 – Modo de rotura e resultados obtidos do ensaio de tracção (créditos: autores 2009).

Apesar dos cuidados que se tiveram na fixação da rede às cantoneiras, pelos modos de rotura (Fig. 13), observa-se que essa zona de ligação provocou uma fragilidade nas fibras da rede.

Da análise ao gráfico tensão *versus* deformação (Fig. 14), verifica-se uma tensão média de rotura à tracção de 9MPa, para uma deformação longitudinal correspondente de 18%.

4. REABILITAÇÃO DA PAREDE

4.1. REPARAÇÃO DOS DANOS PROVENIENTES DO ENSAIO CÍCLICO

Após a realização dos ensaios descritos no capítulo 2, que levaram à rotura da parede, foi necessário reparar os danos existentes para posteriormente se aplicar a técnica de reforço projectada. A estratégia adoptada passou pelo preenchimento das fissuras existentes, por injecção sob pressão de uma goma de cal hidráulica. Para a execução desta tarefa foram inseridos uns tubos de diâmetro interior de 12mm até ao seio destas (Fig. 15). Para a sua inserção, previamente foram abertos furos com um berbequim, espaçados em cerca de 20cm ao longo do curso das fissuras. Em seguida realizou-se uma selagem com uma argamassa muito fina de cal hidráulica sobre as fissuras (Fig. 16), para que ao efectuar-se a injecção não ocorressem fugas da goma para o exterior, garantindo desta forma o total preenchimento das fissuras no interior da parede. A tarefa final correspondeu à execução da injecção sob pressão (Fig. 17).



Fig. 15 – Mangueiras de injecção; Fig. 16 – Selagem das fissuras; Fig. 17 – Injecção da goma de cal hidráulica sob pressão (créditos: autores 2009).

4.2. REFORÇO DA PAREDE

Estando a parede devidamente reparada, passou-se para a fase do seu reforço sísmico. Com o objectivo de garantir que a massa da parede original e após reforço seriam iguais procedeu-se à remoção do reboco da parede, para possibilitar a aplicação da rede no interior do seu novo reboco. A rede foi aplicada em toda a envolvente da parede, ficando devidamente esticada e ancorada à base. O sistema de fixação consistiu na aplicação de cantoneiras e perfis laminares em PVC “cozidos” entre si com um fio de nylon de alta resistência, em todos os vértices côncavos da parede. Efectuou-se ainda uma pregagem com buchas/pregos plásticos formando uma malha quadrada de pontos de fixação, afastados de 0,5m nas duas direcções (Fig.18 e Fig.19). Na fase final procedeu-se ao reboco da parede e posteriormente à sua caiação.

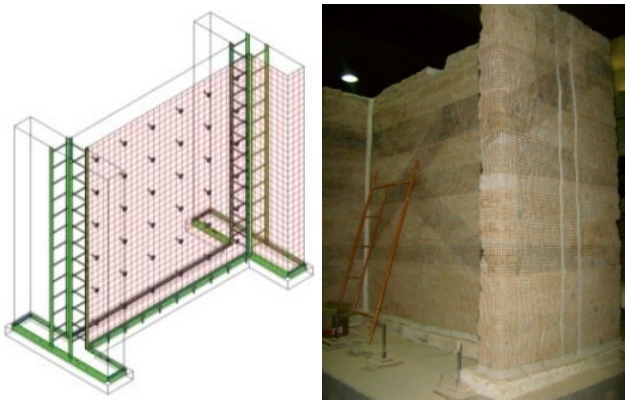


Fig. 18 e Fig. 19 – Esquema geral do reforço efectuado (créditos: autores 2009).

As tarefas inerentes à reparação e reforço da parede encontram-se detalhadamente em Figueiredo (2009).

4.3. EVOLUÇÃO DOS ENSAIOS CÍCLICOS E DINÂMICOS NA PAREDE REFORÇADA

Nesta segunda fase de ensaios procurou-se manter o mesmo esquema geral adoptado, nos testes realizados na parede no seu estado original. O ponto de aplicação da força e a posição dos transdutores electrónicos que serviram de comparação de resultados entre os dois ensaios, mantiveram-se inalterados.

4.3.1. EVOUÇÃO DOS ENSAIOS CÍCLICOS

Tal como no ensaio cíclico da parede original foi aplicada uma força vertical para simular as acções permanentes e sobrecargas existentes nas construções.

Adoptou-se o intervalo observado na Tabela 1 para os deslocamentos impostos com os respectivos drifts. Na Fig. 20 observa-se os ciclos de força correspondentes aos deslocamentos impostos ao longo do ensaio.

Tab. 1 - Ciclos de deslocamentos impostos à parede.

Deslocamentos impostos (em mm) / (Drift, %)								
0.125 (0.005%)	0.25 (0.01%)	0.50 (0.02%)	1.25 (0.05%)	2.50 (0.1%)	5.00 (0.2%)	12.50 (0.5%)	25.00 (1.0%)	37.50 (1.5%)

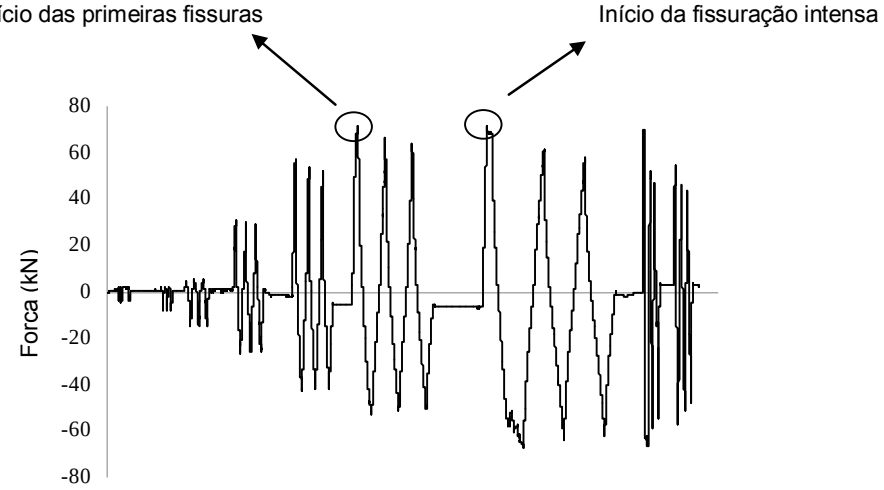


Fig. 20 - Evolução da força horizontal aplicada ao longo do ensaio (créditos: autores 2009).

Da análise dos resultados apresentados na Tabela 1 e no gráfico da Fig. 20, bem como da restante informação reunida durante o ensaio verificou-se que o início da fissuração ocorreu no sexto ciclo de deslocamentos (Δ=5mm). Com o incremento da amplitude do deslocamento imposto no ciclo seguinte, observou-se uma propagação intensa das fissuras já existentes. Notou-se também a formação de novas fissuras, de aberturas maiores e com um prolongamento mais extenso. Nos deslocamentos seguintes, observou-se um destacamento acentuado do reboco em grande parte da área já fissurada. Foi visível também o esmagamento da parede na zona envolvente da sua ligação ao sistema de aplicação da força horizontal. Através das Fig. 21 e Fig. 22, observa-se mais detalhadamente a resposta dada pela parede, com o decorrer do ensaio.

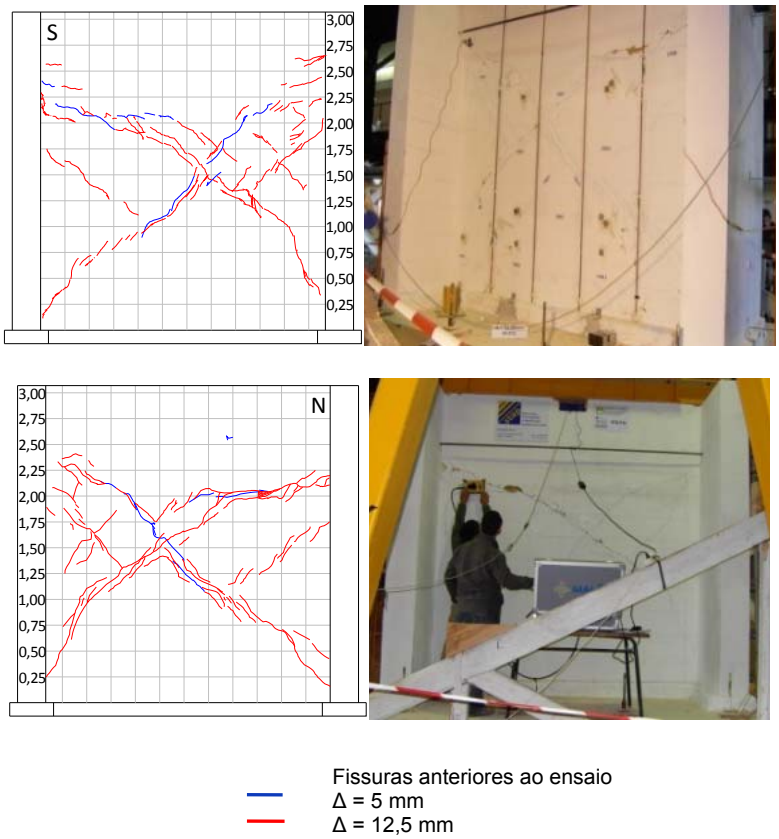


Fig. 21 – Evolução dos danos nas faces Sul e Norte da alma da parede (créditos: autores 2009).

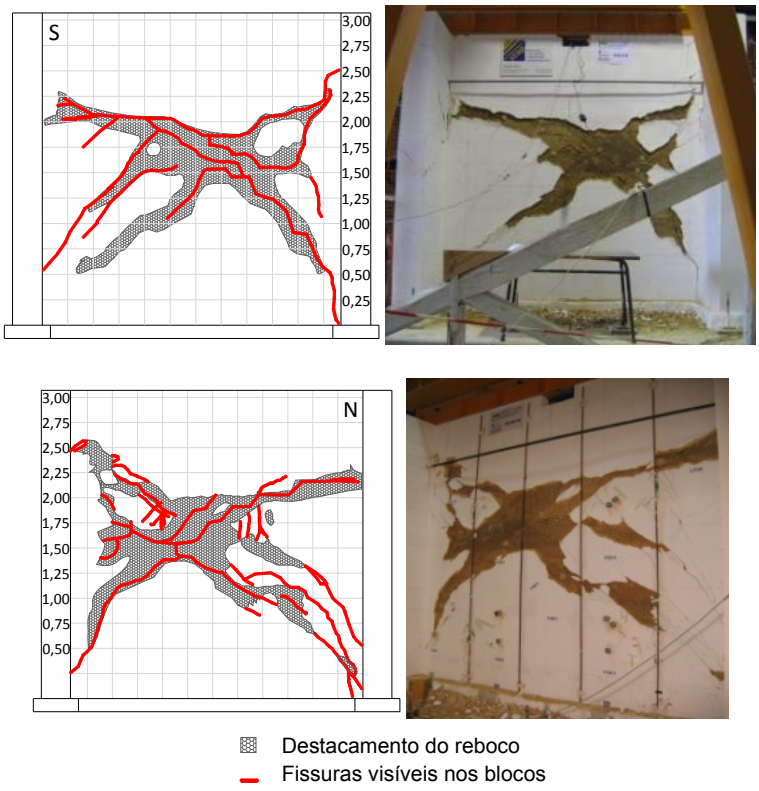


Fig. 22 – Estado final de dano nas faces Sul e Norte da parede (créditos: autores 2009).

Dos ensaios cíclicos realizados averiguou-se, entre outros dados importantes, a resposta dada pela parede aos movimentos impostos pela aplicação das forças (Fig. 23 e Fig. 24). Os principais resultados obtidos foram:

- A capacidade máxima ao corte da parede foi de 71,75kN;
- A sua resistência residual foi de 43kN (aproximadamente 40% da sua resistência máxima);
- O deslocamento máximo imposto no topo da parede foi de 41,49mm, sendo ao nível do ponto de aplicação da força de 36,71mm;
- Pelos primeiros ciclos de deslocamentos evidencia-se uma resposta praticamente linear da parede;
- Ainda nos primeiros ciclos de deslocamentos impostos verifica-se que a dissipação de energia foi praticamente nula, verificando-se a ausência de danos;
- Entre os ciclos de 2,5mm e 25,0mm observa-se uma dissipação de energia de cerca de 1/3 da energia total dissipada. Esta dissipação indica o início dos danos causados na parede;
- Nos últimos ciclos em que as amplitudes de deslocamentos foram muito elevadas, os danos na parede cresceram de forma exponencial, o que se pode comprovar pelo gráfico da dissipação de energia. Estima-se que 2/3 da energia total tenha sido dissipada nestes ciclos.

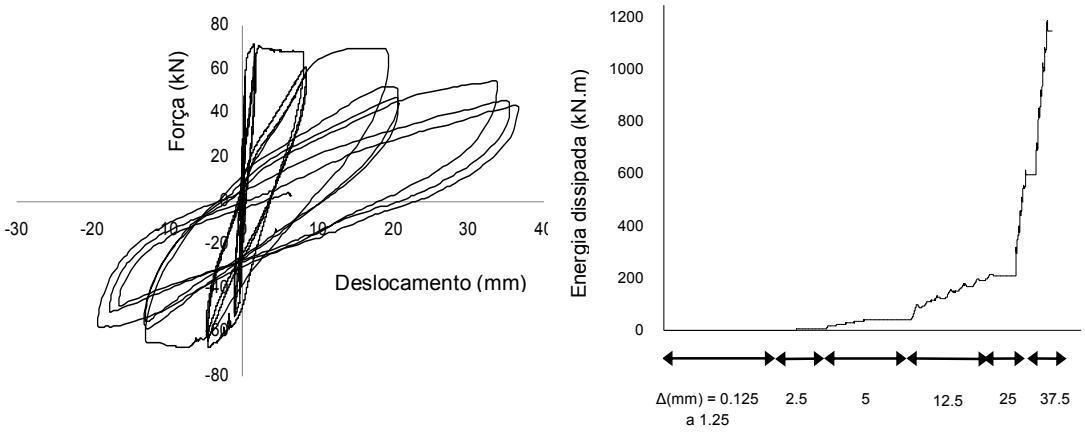


Fig. 23 e Fig. 24 - Evolução do ensaio cíclico (créditos: autores 2009).

Com o objectivo de averiguar a eficiência do reforço construiu-se um gráfico força *versus* deslocamentos, comparativo entre os dois ensaios realizados na parede (estado original e após reforço). Através do gráfico da Fig. 25 verifica-se a influência que o reforço teve na resposta da parede.

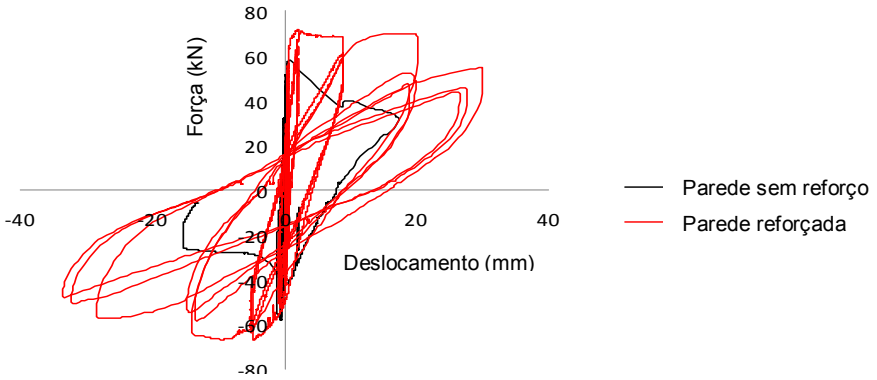


Fig. 25 - Evolução das curvas força *versus* deslocamento no topo da parede (créditos: autores 2009).

Das curvas observadas no gráfico da Fig. 25 conclui-se que:

- Após o reforço da parede verificou-se a recuperação da sua rigidez inicial;
- A capacidade máxima resistente da parede ao corte teve um incremento de aproximadamente 20% após o reforço;
- O deslocamento máximo imposto no topo da parede teve um aumento para o dobro;
- A fragilidade da parede, pós pico de força diminuiu, aumentando assim a sua ductilidade e capacidade de dissipação de energia;
- Para ciclos repetidos observou-se uma menor degradação de resistência na parede reforçada;
- O reforço aplicado mostrou-se como uma solução de elevada eficácia no reforço sísmico da parede.

4.3.2. ENSAIOS DINÂMICOS

Para avaliar a recuperação da rigidez que a reabilitação da parede lhe conferiu e para estudar a sua evolução durante o ensaio, efectuaram-se várias leituras às frequências próprias da parede. Os resultados obtidos apresentam-se na Fig. 26.

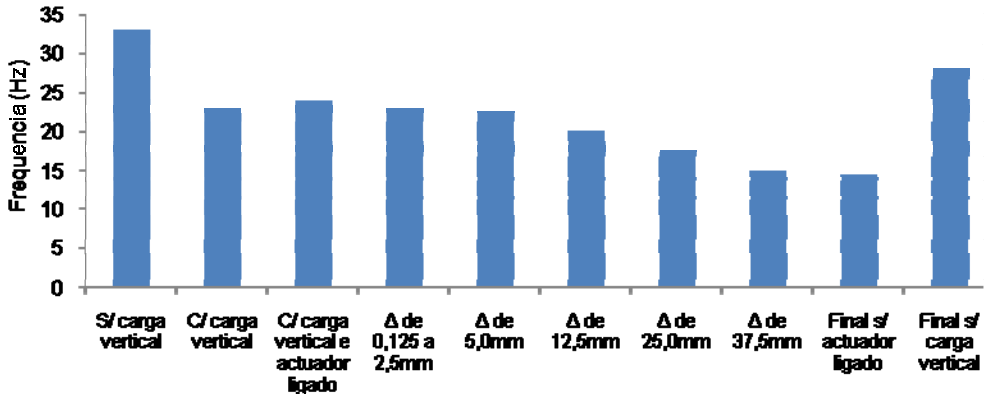


Fig. 26. - Evolução das frequências próprias (Hz) da parede (créditos: autores 2009).

De modo a evidenciar as diferenças do comportamento entre as duas paredes construiu-se um gráfico com as frequências da parede carregada verticalmente no seu estado original e após o seu reforço.

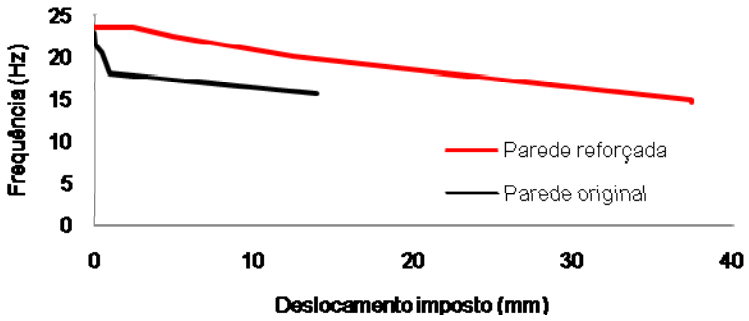


Fig. 27 - Evolução das frequências próprias da parede reforçada *e* da parede original carregadas verticalmente (créditos: autores 2009).

Do início das curvas das frequências próprias da parede verifica-se que a sua reabilitação lhe conferiu uma rigidez inicial praticamente igual à rigidez verificada na parede original. Salienta-se que a primeira frequência mostrada pelo gráfico corresponde à parede com carga vertical antes do início dos ensaios cíclicos. Pelo gráfico (Fig. 27), verifica-se que a resposta dada pela parede reforçada durante a

imposição de cargas cíclicas provocou um decréscimo de rigidez e consequentemente de frequência natural, mais suave. Da análise das frequências observou-se que o reforço aplicado, mostrou-se benéfico no comportamento da parede quando solicitada horizontalmente.

4.3.3. ENSAIOS DE FLEXÃO E COMPRESSÃO AOS PROVETES DE ARGAMASSA DA PAREDE

Durante as fases de reparação e reforço da parede, recolheram-se amostras de goma de cal hidráulica utilizada no preenchimento das fissuras e argamassa utilizada no reboco do reforço da parede, para avaliar a suas resistências em compressão e em tracção.

Da goma usada na injecção das fissuras obteve-se um valor médio de resistência em compressão de 3,77MPa, sendo a tensão de rotura por tracção aproximadamente 30% desse valor.

Como a argamassa de reboco usado no reforço da parede tinha um traço igual ao da argamassa de construção, os valores resistentes dos provetes foram idênticos. Obtendo-se uma resistência nos provetes da argamassa de reforço em compressão de 0,61MPa e 0,20MPa de resistência em tracção (aproximadamente 30% de resistência em compressão).

5. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

O comportamento frágil que se tem observado nas estruturas de alvenaria de adobe quando solicitadas horizontalmente, é uma problemática corrente para as construções existentes, devido às suas localizações em zonas de elevado risco sísmico.

Com o trabalho desenvolvido, obtiveram-se conhecimentos que contribuem na avaliação do comportamento de estruturas de alvenaria de adobe, quando sujeitas a esforços cíclicos, como os induzidos pelos sismos. Do ensaio da parede no seu estado original caracterizou-se a evolução das suas frequências com a aplicação de solicitações cíclicas horizontais, caracterizou-se a evolução da força *versus* deslocamentos, que permitiu caracterizar as deformações máximas, modos de rotura, e capacidade resistente ao corte, da parede ensaiada. Com estes dados foi possível definir uma solução de reparação e posterior reforço sísmico para a parede em causa.

Foram feitos alguns ensaios aos materiais utilizados na reparação e reforço da parede, de modo a caracteriza-los.

Dos ensaios realizados na parede reforçada, foi possível concluir que alguns dos danos tipicamente encontrados nestas alvenarias, são facilmente reparados com o uso de técnicas simples e de baixos custos. Conclui-se também que é possível obter-se uma boa resposta sísmica por parte das alvenarias de adobe quando devidamente reforçadas. Estes dados foram comprovados pelos resultados obtidos do ensaio sob a parede reabilitada, em que se constatou a recuperação da rigidez inicial da parede, um aumento da ductilidade de aproximadamente o dobro, uma melhoria bastante significativa da dissipação de energia, um aumento de cerca de 20% da capacidade ao corte da parede, e a ausência de um modo de rotura frágil, característico neste tipo de alvenarias.

Com base nos resultados obtidos é possível criar uma base de dados que apoia o desenvolvimento de uma avaliação mais rigorosa na segurança das construções existentes em alvenarias de adobe. Os bons resultados, conjugados com os métodos aplicados nas intervenções efectuadas na parede, poderão servir de bases para a

aplicação da técnica de reforço estudada em construções de adobe existentes, ou para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas de reforço sísmico.

Agradecimentos
Os autores deste artigo agradecem a todas as pessoas, empresas e instituições que colaboraram na preparação e realização dos ensaios, ajuda imprescindível para os resultados alcançados:

- Ao Laboratório de Engenharia Sísmica e Estrutural (LESE), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pelo apoio na preparação e realização dos ensaios na parede;
- À empresa STAP, especializada na reparação, consolidação e modificação de estruturas, pela disponibilidade nas tarefas que envolveram a reparação e o reforço da parede;
- À empresa Fregaze pela oferta da rede usada no reforço da parede;
- À Câmara Municipal de Aveiro, pela cedência dos adobes usados na construção da parede, e pela troca constante de ideias e preocupações relacionadas com a preservação do património local, que motivaram estes ensaios;
- Ao Departamento de Física da Universidade de Aveiro pelo apoio na preparação e montagem do sistema de monitorização dos ensaios na parede com sensores de fibra óptica;
- Ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro que disponibilizou os seus meios para a realização dos ensaios de tracção das amostras de rede sintética usada no reforço;
- Ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro pela colaboração na realização dos ensaios, monitorizando a evolução dos danos com georradar.

Bibliografia

Blondet, M.; Garcia, G.; Brzey, S. (2003) *Construcciones de adobe resistentes a los terremotos*. Publicado como um contributo para a Enciclopedia Mundial de Habitação de EERI/IAEE, *www.world-housing.net*. Marjorie Greene, EERI.

Blondet, M.; Torrealva, D.; García, G.; Ginocchio, F.; Madueño, I. (2004). *Using Industrial Materials for the Construction of Safe Adobe Houses in Seismic Areas*. PUCP, Peru.

Corazao, M; Blondet, M. (1974). *Estudio Experimental del Comportamiento Estructural de las Construcciones de Adobe Frente a Solicitaciones Sísmicas*. Banco Peruano de los Constructores. Lima, Perú.

Figueiredo, A. (2009) *Caracterização de uma solução de reforço sísmico de paredes de adobe*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Houben, H.; Guillaud, H. (1994). *Earth Construction – A comprehensive guide, CRATerre – EAG*. Intermediate Technology Publications, London.

Pereira, H. (2008). *Caracterização do comportamento estrutural de construções em adobe*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Eng. Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Varum, H.; Costa, A; Pereira, H.; Almeida, J. (2006). *Comportamento estrutural de elementos resistentes em alvenaria de adobe*. Terra Brasil. Minas Gerais. Ouro Preto.

Varum, H.; Costa, A.; Pereira, H.; Almeida, J.; Rodrigues, H. (2006). *Avaliação Experimental do Comportamento Estrutural de Elementos Resistentes em Alvenaria de Adobe*. Departamento de Eng. Civil. Universidade de Aveiro. Portugal.

Varum, H.; Martins, T.; Velosa, A. (2005). *Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro*. IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Convento da Orada. Monsaraz.

Currículos

António Figueiredo: Mestre em Engenharia Civil (UA, 2009) tem dedicado preferencialmente a sua formação e investigação no domínio do estudo de soluções de reforço sísmico de estruturas de alvenaria de adobe.

Humberto Varum: Engenheiro Civil, Ph.D, professor da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

Aníbal Costa: Engenheiro Civil, Ph.D, professor da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

Miguel Santos: Engenheiro Civil, Director da delegação Norte da empresa STAP, Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, SA.

CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN LA CIUDAD PREHISPÁNICA DE LA JOYA, VERACRUZ, MÉXICO

Annick J. E. Daneels[1], Luis Fernando Guerrero Baca[2], Rubén Salvador Roux Gutiérrez[3]

[1]Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. Del. Coyoacán. C.P. 04510. México D.F.
Tel. (52) 56229574. E-mail: annickdaneels@hotmail.com

[2]Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
Calz. Del Hueso 1100, Edif. 24 Piso 1. Col. Villa Quietud, C.P. 04960. México D.F.
Tel. (52) 54837232. E-mail: luisfg1960@yahoo.es

[3]Universidad Autónoma de Tamaulipas
Centro Universitario Tampico-Madero. AP 1041. México.
Tel. (52) 833228, Ext. 154 y 155. E-mail: rroux@uat.edu.mx

Tema 2: Patrimonio y Conservación.
Palabras clave: sistemas constructivos, arcilla, trópico húmedo

Resumen
El presente trabajo tiene como objetivo exponer algunos resultados acerca de los estudios que se han realizado para identificar los materiales y sistemas constructivos que fueron utilizados en el sitio prehispánico conocido de La Joya, en el estado mexicano de Veracruz. Se trata de los restos de una ciudad que floreció en el primer milenio de la era cristiana y que fue construida enteramente con barro crudo. Este hecho resulta sorprendente debido a las adversas condiciones climáticas para el uso de este material, ya que la región se localiza en una región tropical húmeda, muy cerca de la costa Atlántica. Los datos que se desprendan de esos estudios permitirán avanzar en el conocimiento de las culturas que florecieron en el centro del estado de Veracruz, además de contribuir en la identificación de materiales y sistemas constructivos de origen histórico, que propicien el desarrollo de obras modernas que resulten armónicas con su entorno.

1. INTRODUCCIÓN

El sitio prehispánico conocido con el nombre de La Joya, en el estado mexicano de Veracruz, floreció en el primer milenio de la era cristiana y fue construido enteramente con barro crudo. Su estudio resulta de crucial interés pues, a diferencia de los sitios de tierra que se han explorado y conservado en México, que se emplazaron en regiones predominantemente áridas o semiáridas, La Joya se ubica en pleno trópico húmedo y a escasos tres kilómetros de la zona costera del Golfo de México en una región que presenta precipitaciones pluviales de 2000 a 4500 mm anuales (García, 1970, p. 6-8).

A pesar de sus cualidades arquitectónicas, su dimensión, antigüedad y cercanía a importantes centros de población, el sitio había sido muy poco explorado. El conjunto de edificios monumentales fue registrado por el ingeniero Alberto Escalona Ramos en 1937, quien describía la pirámide principal que dominaba el sitio como un edificio de 30 m de lado y de 20 o 25 m de altura. (Escalona, 1937, p. 1)

Pocos años después de estas labores de registro, desafortunadamente el terreno fue fraccionado y sus dueños, al ver las extraordinarias cualidades de su suelo, decidieron emplearlo para la elaboración de ladrillos.

El nivel de alteración actual del sitio es tan grave que se considera que se conserva menos del cinco por ciento del conjunto, y los elementos que están en pie se encuentran en un precario estado de conservación.



Fig.1. Ladrilleros trabajando en el sitio arqueológico. (Crédito: Luis Guerrero, 2008)

Sin embargo, las exploraciones arqueológicas iniciadas a finales de 2004 en la planicie costera del Centro de Veracruz, con el objetivo de estudiar el desarrollo de sistemas de gobierno estatal en el periodo Clásico mesoamericano, han revelado una riqueza arquitectónica insospechada, que se manifiesta tanto en la mencionada pirámide, como en dos palacios construidos enteramente con barro, siguiendo los cánones de la arquitectura del México Antiguo, y cuya secuencia cubre el primer milenio de nuestra era (Daneels, 2005, 2005c, 2008, 2008a).

Los habitantes originales del sitio desarrollaron una serie de sistemas constructivos en los que combinaban el manejo de adobes, bajareque y tierra compactada, en imponentes estructuras, utilizadas como viviendas, plazas, templos y juegos de pelota, que lograron vencer condiciones climatológicas totalmente adversas para materiales arcillosos crudos. Particularmente relevante es el hecho de que para la protección de las superficies no se emplearon recubrimientos a base de cal y arena, como era tradicional en casi toda Mesoamérica, sino que se utilizó el propio barro crudo. Esta situación plantea una serie de interrogantes acerca de los materiales que se pudieron haber incorporado a la tierra durante los siglos que el sitio estuvo en auge y que evitaron que fuera desintegrada con las intensas lluvias de temporal y fuertes vientos invernales que caracterizan el clima de la región.

Los datos recabados hasta la fecha en el proyecto arqueológico evidencian el uso de distintos tipos de sedimentos (arcillas, limos, arenas) en la construcción, y la presencia de desgrasantes vegetales (como paja picada) especialmente en los revestimientos. La resistencia de los recubrimientos en su época de construcción, comparado con su fragilidad ante la intemperización después de haber sido excavados en la actualidad, sugiere la existencia de sustancias aglutinantes y/o impermeabilizantes de origen orgánico, que se han degradado lentamente a través del tiempo o bruscamente al momento de su exposición a los agentes medioambientales.

Con el objeto de identificar la composición de los materiales constructivos así como de sus posibles consolidantes, como parte del trabajo arqueológico en el sitio, desde 2007 se emprendieron labores de análisis de muestras estructurales (rellenos, adobes y recubrimientos de paredes y pisos) entre las que se encuentran hasta ahora estudios de petrografía, granulometría, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X, microscopía para la identificación de los vestigios botánicos, pruebas mecánicas de compresión, faltando aún los resultados de espectroscopía FTIR y cromatografía.

El trabajo está conformado en dos partes, la arqueológica, que se centra en el estudio de los tipos de construcción y sus características arquitectónicas (secuencia constructiva; tamaño, volumen y configuración de espacios techados; tamaño y forma de los componentes constructivos; sistemas de control de presión interna de rellenos; sistemas de desagües; estrategias de control de humedad del suelo; etc.), y la segunda parte referente al análisis estructural, que busca resolver la interrogante sobre la resistencia del material a las condiciones climáticas del trópico húmedo.

2. UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

El sitio prehispánico de La Joya está localizado en el Municipio de Medellín de Bravo, en el estado de Veracruz, en la costa del Golfo de México, en las coordenadas 19°04' N y 96°09' W (UTM 14Q 799850E 2110850N).

Su emplazamiento resultó estratégico en su momento de auge debido a que la ciudad se asentó en la confluencia de los ríos Jamapa y Cotaxtla los cuales generan un acceso controlado a la ciudad. Además, estos recursos fluviales permitían contar con agua perenne para el desarrollo agrícola y la subsistencia de sus habitantes.

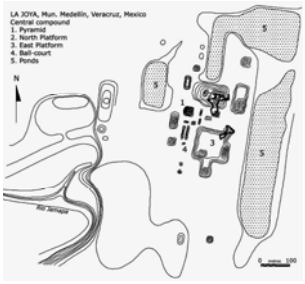


Fig. 2. Plano del sitio de La Joya (Daneels, 2008), integrando el croquis de Escalona (1937) y el levantamiento topográfico de 1988 (Daneels, 1990).

Mediante un sofisticado diseño de drenajes, la población pudo controlar y aprovechar tanto el agua pluvial como las crecidas del río, en un territorio conformado por una extensa planicie. Como la zona es fuertemente lluviosa y por lo tanto propensa a sufrir inundaciones, los pobladores hicieron impresionantes movimientos de tierra de manera que mientras se excavaba el suelo de amplios espacios que servían como reservorios de agua, el material extraído era sabiamente utilizado para edificar templos, palacios, juegos de pelota y grandes plazas ceremoniales, así como una serie de imponentes plataformas sobre las que se desplantaban las estructuras, orientadas consistentemente hacia el norte astronómico casi puro (0 a 6° al E de N).

Sin embargo resulta fundamental aclarar que esta impresionante ciudad no es un caso aislado. Un estudio de largo plazo iniciado por la arqueóloga Daneels en 1981, cubrió un área de 1,200 km^2 del bajo río Cotaxtla y permitió localizar 132 sitios con arquitectura monumental de tierra, principalmente correspondiente al periodo Clásico, que comparte rasgos compositivos y materiales. (Daneels, 1997, 2002)

Los resultados aquí presentados vienen de un total de diecisiete meses de excavaciones, iniciadas en noviembre de 2004, en dos temporadas de campo auspiciadas por el proyecto DGAPA-PAPIIT/UNAM IN305503, luego durante seis meses y medio por FAMSI y siete meses por Dumbarton Oaks.

3. LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Uno de los edificios que mayor información ha generado acerca de los materiales y sistemas constructivos del sitio es la zona de vivienda de élite que se ha llamado *Plataforma Este*. En ella se excavó hasta la fecha la tercera etapa constructiva, en la que se perciben cuatro remodelaciones, evidentes tanto en los cambios de nivel como en las características de los edificios superiores.

La primera fase (IIIA inferior) consta de una gran unidad residencial sobre un basamento escalonado de dos cuerpos, cuya fachada occidental conforma la esquina sudeste del nivel elevado de la plaza principal. El nivel superior, accesible a través de dos escalones, conduce a la residencia rodeada por un estrecho pasillo.

Aunque parcialmente desmantelado, aplicando el principio de simetría, se puede reconstruir la residencia completa que debió medir 12 x 5.5 m. Sus muros perimetrales y divisorios eran de adobes de 40x80x10 cm, con una altura de por lo menos de 1.68 m. Aunque este dato se ha perdido por la alteración de las ruinas, es posible deducirlo por un segmento de revoque de barro que se halló colapsado en el piso de la habitación, al pie de la base de la pilastra a la que originalmente recubría.

Lo mismo sucede con la reconstrucción hipotética del sistema de cubiertas que parece haber sido de techo plano. Para empezar, la ausencia de huellas de postes en los pisos o en los muros de adobe, o de rastros de escurrimientos de agua de lluvia proveniente de aleros, permiten suponer que el techo no está emparentado con las cubiertas inclinadas de hoja de palma con estructura de madera que son características de las viviendas tradicionales de zonas de trópico húmedo de toda Mesoamérica.

Además, a raíz de que el edificio fue incendiado intencionalmente al colocar pacas de hierbas secas en distintos sectores de la construcción, hallamos encima de los restos quemados los fragmentos del techo colapsado. Este elemento estaba formado por delgados morillos de madera (de 2.5 a 3 cm de diámetro) colocados unos contra otros, y recubiertos por un embarro del mismo grosor, alisado en la superficie exterior. La ausencia de líneas de goteras sugiere que el techo tenía un pretil para drenar el agua hacia la esquina noroeste donde iniciaba un tubo de desagüe al nivel del andador exterior.

Las cubiertas, patios y plazas contaban con el mismo diseño cuidadoso de tuberías de desagüe pluvial hechas de barro cocido. Se trata de secciones ligeramente cónicas de 80 cm de largo, que embonan unas en otras, entrando la parte angosta unos 10 cm en la parte ancha del segmento siguiente, sin que haya evidencia de que hubieran estado unidas por aglutinante alguno. Los segmentos fueron nivelados usando calzas hechas de fragmentos de vasijas rotas, para asegurar la correcta la pendiente de drenaje, antes de recubrir la canalización con la tierra de relleno.



Fig. 3. Tubería de drenaje pluvial de barro cocido. (Crédito: Annick Daneels, 2008)

Este dato es de notable importancia debido a que el empleo de techos planos en México ha sido documentado básicamente para zonas semiáridas donde las cubiertas se protegían de la lluvia mediante la colocación de revoques de cal y arena. Los únicos restos en los que se evidencia el uso de cubiertas planas de tierra sobre estructuras del mismo material se localizan en las regiones áridas del norte del país. Los constructores de La Joya dominaban a tal extremo los materiales de protección de las estructuras térreas que se podían “dar el lujo” de emplear techos planos, a pesar de la existencia de lluvias torrenciales por más de la mitad de cada año.

La distribución espacial de la primera fase de la *Plataforma Este* presenta un vestíbulo de acceso, flanqueado por columnas rectangulares, que da acceso a la sala principal, así como a las dos cuartos contiguas más pequeñas al Norte (la primera de las cuales resultó ser el granero, como lo evidencian cientos de mazorcas de maíz carbonizados

que se localizaron en su interior). Hacia el Sur, existe una habitación lateral que tiene una entrada independiente con una escalinata.

Como ya se explicó, este edificio residencial fue incendiado, y posteriormente las paredes se desmantelaron casi hasta su base, y alrededor de tres cuartas partes de las habitaciones posteriores fueron cortadas para erigir sobre ellas la segunda fase de construcción. Esta primera superposición (Nivel IIIA Superior) aparentemente comparte la misma plataforma de nivel inferior que la antigua, aunque la recubra, y es accesible a través de una escalera de tres escalones.

Tiene un diseño muy similar al anterior, aunque ligeramente más estrecho (11.4 x 4.5 m) y situado más al Oeste. Las principales diferencias con la etapa previa es que una de las columnas que se localizan a la entrada está incorporada al muro, por lo tanto debe designarse más bien como una pilastra encastrada. Además se duplica la sala del Sur que parece haber sido una cocina, lo que se deduce de la presencia de un fogón y residuos de huesos de ave. Las paredes de esta etapa fueron elaboradas con adobes de 30 cm de ancho, y la calidad general de la mano de obra es menor que en el edificio que lo precedió.

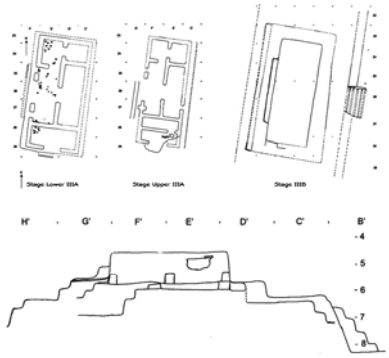


Fig. 4. Planta y corte de la Plataforma Este (Daneels, 2008).

La siguiente superposición (etapa IIIB) representa un cambio completo en la función de la estructura pues se convierte en una plataforma escalonada de tres cuerpos, con casi 4 metros de altura, con una superficie plana en la cumbre, y sin ninguna evidencia de edificio de adobe ni huellas de postes.

La estructura comparte el mismo piso de plaza que las etapas previas, con una escalera de siete escalones a la entrada principal al Oeste, y una escalera estrecha de cinco escalones adosada al cuerpo inferior al Este. El nivel superior sigue exactamente el contorno rectangular de la segunda residencia (Fig. 4). Este edificio permanece como una plataforma en tres niveles después de un aumento en el nivel general de la plataforma, pero sobresaliendo sólo como un volumen de 2.5 m de altura con una escalera principal de cinco escalones al Oeste.

Las siguientes remodelaciones continuaron el patrón de plataforma escalonada de cumbre plana, con una escalera principal al Oeste y escaleras secundarias al Este y al parecer al Norte y del Sur también, aunque su altura por encima del nivel general de la planta de la Plataforma Este se reduce progresivamente (2.4 m, luego de 2 m, luego de 1 m), lo que aparentemente refleja el decrecimiento en la importancia del edificio en la configuración general.

Otro edificio que ha sido cuidadosamente explorado y que revela interesantes datos acerca de los materiales y sistemas constructivos empleados en el sitio es la estructura que se ha denominado Pirámide Principal. Como ya se dijo, esta estructura aparece en el croquis de 1937 de Escalona y se trata de una construcción que ahora

se ha podido fechar dentro del periodo llamado Clásico Tardío en su última etapa constructiva. El inmueble arrancaba del nivel de la plaza sobrealzada correspondiente al periodo Clásico Medio, y que constituye la superficie actual del suelo.

Al estar esta superficie perturbada por las labores de los fabricantes de ladrillo, no ha sido posible encontrar ya vestigios del desplante de la construcción del Clásico Tardío. Solamente se conservaba parte del núcleo de relleno sobre la subestructura, el cual permitió estudiar algunos aspectos de su sistema constructivo el cual resulta sumamente ingenioso.

Para controlar la presión interna, los constructores colocaron grandes bloques de relleno, de aproximadamente 1 m de espesor, y más de 6 m de lado, alternando materiales arcillosos (gleys) con limos arenosos (fluvisols): los primeros le daban solidez y coherencia a la edificación, mientras que los segundos contrarrestaban el efecto de expansión y contracción natural de las arcillas a lo largo del ciclo estacional de lluvias y sequía (Daneels, 2008a). Además, este sistema de construcción permitía la percolación de la humedad por los rellenos arenosos sin afectar en lo más mínimo la solidez del edificio, a diferencia de lo que hubiera sucedido de haberse utilizado cajones o celdas de adobe, como se hizo en el caso de la pirámide del Sol en Teotihuacán (observación del geólogo Pierre Masson, comunicación personal, 10 de septiembre 2009).

Los vestigios del edificio sacados a la luz en 2008 corresponden a una subestructura de finales del periodo Clásico Temprano (hacia el año 300 d.C.). Los sondeos realizados en la zona oriental desplantada a nivel de superficie actual, permitieron localizar su arranque a escasa profundidad, lo que hizo posible determinar que era un edificio de 45 m x 45 m con escalinatas en los cuatro lados, con una superficie de 2,353 $m^{2,}$ y una altura inferida de 14 m. *(Daneels, 2008a)* A diferencia de la pirámide tardía, ésta no presentó un sistema de rellenos alternos sino que está constituida por un núcleo de arena en la base, recubierto por estratos de limos con evidencia de apisonamiento, aproximadamente a cada metro de espesor. La falta de un sistema de contención interna tiene como efecto un perfil más achatado del edificio, con un ángulo de 40° (comparado con los 57° que presentaba la estructura tardía).



Fig. 5. Vista del lado Oeste de la Pirámide (Créditos: Annick Daneels, 2008)

El volumen constructivo original de la pirámide, a partir de los datos de Escalona, sería de entre 19,000 y 21,700 m^3. El total conservado actualmente es de 1,241 m^3, es decir, entre 5.7 y 6.5 % del volumen de 1937. Las esquinas noroeste y suroeste de la subestructura están destruidas hasta nivel de suelo estéril, y subsiste sólo el sector central de la fachada oeste, que se encontraba bajo el núcleo conservado de la estructura correspondiente al periodo Clásico Tardío.

Esta fracción de la pirámide tiene una superficie de 128 m^2 y 8 m de altura en promedio. Se conserva parte de la escalinata con alfardas, restos de los 2 cuerpos inferiores al sur y restos de 6 cuerpos al norte, con un volumen de 374 m^3. En el sector

oriental despalmado se conservan 1,810 m^2, correspondientes a niveles de entre 30 y 80 cm de altura del desplante de la estructura.

4. ESTUDIO DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

Algunas muestras de los sistemas constructivos que se extrajeron del sitio fueron enviados al Laboratorio de Materiales de la Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en Tampico para su análisis granulométrico. Para tal fin, se seleccionaron fragmentos de cinco componentes estructurales: rellenos, adobes, firmes, pisos y revoques de muros.

Se llevaron a cabo pruebas de sedimentación en seco, en húmedo, resistencia a la compresión y módulo de elasticidad a 19 muestras. La selección de este material obedeció al hecho de que a simple vista se podía observar que, a pesar de tratarse de tierra del mismo origen, tanto su granulometría como su proceso de transformación le conferían características singulares.

Los rellenos presentaban una textura más gruesa y se desintegraban con facilidad. Los firmes tenían una consistencia mucho más sólida aunque su composición granulométrica era poco homogénea. Los pisos tenían una textura fina y una coloración ligeramente más clara que los firmes. Los adobes tenían una textura regular y se evidenciaban improntas y restos de fibras vegetales. Los revoques tenían una granulometría sumamente fina y también poseían huellas de material vegetal pero mucho más fino y corto que el presente en los adobes.

Entre los resultados de los estudios realizados se desprende que la tierra utilizada para los rellenos van del tipo SM (Arena limosa con arcilla de baja plasticidad) al tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad), dentro de la clasificación SUCS. Los firmes resultaron ser del tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad) dentro de la clasificación SUCS, mientras la textura de los adobes representa la mayor variación (SM, CL y SC o arena con arcilla). Las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a una muestra de adobe (textura SC) dieron una capacidad de carga de 6,26 kgf/cm^2.

Los fragmentos de piso analizados tuvieron resultados distintos: los pisos exteriores de la Plataforma Este y de la Plataforma Norte, tuvieron una composición y comportamiento que los situó dentro del tipo SM (Arena limosa con arcilla de baja plasticidad). Otro fragmento de piso exterior de la Plataforma Este resultó ser CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad) y el piso del patio de la Plataforma Norte fue del tipo ML (Limos inorgánicos, polvo de rocas ligeramente plásticos). Finalmente, la muestra de revoque que se analizó resultó ser del tipo CL (Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad). Las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a fragmentos de piso arrojaron una capacidad de carga de 4,12 kgf/cm^2 y 4,40 kgf/cm^2.

Estos datos nos hacen ver que el material con que trabajaron los constructores del sitio en general era notablemente arcilloso lo que le confería una adecuada resistencia y trabajabilidad, sin embargo resultaba sumamente vulnerable ante la presencia de agua acumulada por lo que se tuvieron que diseñar sistemas constructivos que ayudaran al rápido desalojo del agua de lluvia; además nos obligan a inferir el empleo de una substancia consolidante e impermeabilizante de activación periódica que protegía todas las estructuras de la ciudad.

Las plataformas se edificaron con tierra compactada y posteriormente recibían una capa de revoque de limo arcilloso compacto, en promedio de 2 cm de espesor. Hay evidencia de renovación de revoques, ya que comúnmente los edificios tienen 3 a 4

capas superpuestas, variando ligeramente los colores (café claro, café grisáceo, café rojizo y beige). Las superficies exteriores de los revoques tienen generalmente una delgada capa (menos de 2 mm) de limo arenoso claro, que podría representar el residuo de la aplicación en base líquida de un producto con efecto hidrofugante. La buena conservación de las capas de revoque, y su continuidad sobre pisos interiores, muros de cuartos, andadores, taludes de basamentos y escalinatas, indica la efectividad del tratamiento aplicado. A juzgar por la secuencia constructiva, de manera sorprendente la renovación de revoques se hacía en promedio cada 50 años.



Fig. 6. Detalle del revoque de piso exterior: abajo, café grisáceo: firme de piso de limo arenoso con fragmentos de tiestos (2,5 cm espesor), en café claro: revoque de piso de arcilla limosa compacta con paja picada (3.5 cm espesor), franja delgada café amarillento de limo en la superficie de piso (3 mm): posible capa de mantenimiento. (Crédito: Annick Daneels, 2008)

5. CONSIDERACIONES FINALES

La arquitectura de tierra se ha vuelto un tema de investigación en México hasta fechas relativamente recientes. Las acciones dirigidas al patrimonio construido con tierra se asocian a los trabajos llevados a cabo en los años noventa por una organización denominada SICRAT (Seminario Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra) que vinculó a los Centros INAH del Norte del país con restauradores del sur de los Estados Unidos. Sin embargo, los trabajos de este grupo se han enfocado hacia las estructuras patrimoniales emplazadas en zonas áridas.

La mayor parte de las ciudades que fueron construidas con tierra en la época prehispánica, se localizan en el altiplano de México, en las zonas desérticas del norte del país o en los áridos valles de Oaxaca. Esto significa que el uso de la tierra ha estado asociado a climas secos.

La investigación desarrollada en La Joya, Veracruz, resulta altamente relevante porque se centra en un campo disciplinar que ha sido muy poco trabajado a escala nacional e internacional: la conservación de estructuras térreas en el trópico húmedo.

Es importante hacer notar que la tradición constructiva con tierra tiene muchos años de haberse perdido en la región del Golfo de México. En un documento realizado a manera de censo económico del estado de Veracruz en 1946 se dice que apenas un poco más del 1% de las viviendas en la entidad en ese entonces eran de adobe, y de esa pequeña fracción el 81.8% se localizaban en “tierra fría” (sobre la vertiente occidental de la Sierra Madre) lo que significa que en la extensa zona del trópico húmedo de la costa ya no se conservaban estructuras de adobe por lo menos para mediados del siglo XX (De la Peña, 1946, p. 240-241).

Sin embargo, la ausencia de monumentos decimonónicos y coloniales hechos con adobe en el centro del estado de Veracruz hace suponer que esta cultura constructiva ya se había olvidado desde hace varios siglos y es probable que esta pérdida incluso

se remonte a fechas anteriores a la llegada de los conquistadores españoles, con los profundos cambios que se dieron en el siglo X, desde la época prehispánica.

Los estudios que aquí se reseñan serán punto de partida de dos líneas de trabajo: la primera que apoye un programa de conservación de sitios arqueológicos, localizados por miles en la costa del Golfo de México entre el Centro-sur de Veracruz y Tabasco, para su apertura al turismo; y la segunda, que fundamente la participación también de áreas del trópico húmedo a redes de investigación que promueven la construcción de tierra como alternativa sustentable viable para solucionar el problema de vivienda.

Es por esto que los datos que se logren rescatar del sitio de La Joya resultan tan relevantes pues nos hablan de una tecnología de clara adaptación al medio natural que se perdió hace siglos y que puede ser una solución a necesidades del futuro tanto en el campo de la conservación patrimonial como de la escasez de vivienda.

Bibliografía

Adams, S. (1983). *Historic Structure Preservation Guide. Wupatki National, Monument*. Washington D.C. (E.U.): National Park Service. US Department of the Interior.

Alba, A. y G. Chiari (1984). Protección y exhibición de estructuras excavadas de adobe. En: Stanley, P. (editor) *La conservación en zonas arqueológicas con particular referencia al área del Mediterráneo.* Roma (Italia): ICCROM.

Daneels, A. (1990). *Exploraciones en el Centro de Veracruz. Quinta temporada. Prospección y levantamiento topográfico en el Centro de Veracruz. Informe General presentado al Consejo de Arqueología.* Archivo Técnico, I.N.A.H. No. Catálogo 29-58, Exp. C/311.42 (D) / 5-18, Legajo 3. México D.F. (México): I.N.A.H.

Daneels, A. (1997). Settlement History in the Lower Cotaxtla Basin. En: Barbara L. and J.P. Arnold. (eds.) *Olmec to Aztec Settlement Patterns in the Ancient Gulf Lowlands* Stark. Tucson (U.S.A.): The University of Arizona Press. p.p. 206-252.

Daneels, A. (2002). *El patrón de asentamiento del periodo Clásico en la cuenca baja del río Cotaxtla, Centro de Veracruz. Un estudio de caso de desarrollo de sociedades complejas en tierras bajas tropicales*. Tesis de Doctorado en Antropología. División de Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras e Instituto de Investigaciones Antropológicas. México D.F. (México): U.N.A.M.

Daneels, A. (2005). *Exploraciones en el Centro de Veracruz. Temporada X. Temporalidad y función de la arquitectura de tierra. Proyecto de investigación. Documento presentado ante el Consejo de Arqueología*. Archivo Técnico I.N.A.H. (México): I.N.A.H.

Daneels, A. (2005a). El Protoclásico en el centro de Veracruz. Una perspectiva desde la cuenca baja del Cotaxtla. En: Vargas E. (ed.) *Arqueología Mexicana. IV Coloquio Pedro Bosch Gimpera, Volumen II: Veracruz, Oaxaca y mayas*, Instituto de Investigaciones Antropológicas. México D.F. (México): U.N.A.M. p.p. 453-488.

Daneels, A. (2005b). La alternativa centroveracruzana en la formación de entidades políticas en el periodo Clásico. En: Wiesheu W. y P. Fournier (Coord.) *Perspectivas de la investigación arqueológica. IV Coloquio de la Maestría en Arqueología*. México D.F. (México): Conaculta I.N.A.H./E.N.A.H. p.p. 131-141

Daneels, A. (2005c). Temporalidad y Función de la Arquitectura de Tierra, 18 noviembre 2004-20 febrero 2005. Informe Técnico Parcial. México D.F. (México): Archivo Técnico I.N.A.H.

Daneels, A. (2008). Monumental Earthen Architecture at La Joya, Veracruz, Mexico. www.famsi.org/reports/07021

Daneels, A. (2008a). *La Joya Pyramid, Central Veracruz, Mexico: Classic Period Earthen Architecture*. Dumbarton Oaks, Trustees of the Harvard University, Washington D.C. http://www.doaks.org/research/pre_columbian/doaks_pco_project_grant_report_2007.html.

De la Peña, M. (Ed.) (1946). *Veracruz Económico*. Tomo I. Veracruz (México): Gobierno del Estado de Veracruz.

Escalona, A. (1937). *Ruinas de "El Tejar". Informe rendido a Luis Rosado Vega, Director Jefe de la Expedición Científica Mexicana, acerca de diversos trabajos de exploración en las Ruinas arqueológicas de El Tejar, Ver.* Archivo Técnico. Tomo CXIX. Vol. II. México D.F. (México): Instituto Nacional de Antropología e Historia.

French, P. (1986). The problems of *in situ* conservation of mudbrick and mud plaster. En: *In Situ Archaeological Conservation, Proceedings of a Meeting*. Los Angeles (E.U.): Getty Conservation Institute–INAH.

García, E. (1970). Los climas del estado de Veracruz (según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por la autora). En: *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México,* No. 41, Serie Botánica 1: 3-42. México D.F. (México): UNAM.

Guerrero, L. (1994). *Arquitectura de Tierra*. Colección CYAD. México D.F. (México): U.A.M.-Azcapotzalco.

Guerrero, L. (2002). Deterioro del patrimonio edificado en adobe. *Diseño y Sociedad*. Nº 13. Otoño. México. D.F. (México): U.A.M.-Xochimilco.

Guerrero, L. (Coord.) (2007). *Patrimonio Construido con Tierra*. México D.F. (México): UAM-Xochimilco.

Ohi, K. e I. Gilón. (2000). Los muros de morteros y los materiales para la restauración de la arquitectura de tierra en la zona Casa Blanca. En: *Chalchuapa, Informe de la investigación interdisciplinaria de El Salvador (1995- 2000)*, Kyoto, (Japón): Kyoto University of Foreign Studies.

Warren, J. (1999). *Conservation of earth structures*. Oxford (Inglaterra): Butterworth-Heinemann.
http://whc.unesco.org/en/activities/21

Notas

Abreviaciones:
E.N.A.H. Escuela Nacional de Antropología e Historia
I.N.A.H. Instituto Nacional de Antropología e Historia
U.A.M. Universidad Autónoma Metropolitana
U.N.A.M. Universidad Nacional Autónoma de México

Currícula

Annick Daneels, Arqueóloga, Doctora en Historia del Arte y Arqueología por la Universidad de Gante, Bélgica (1987) y Doctora en Antropología por la UNAM, México (2002). Investigadora del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. A cargo desde 1981 del proyecto arqueológico "Exploraciones en el Centro de Veracruz".

Luis Fernando Guerrero Baca, Arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica, Doctor en Diseño con Especialidad en Conservación del Patrimonio. Profesor Investigador de la UAM-Xochimilco. México. Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS Mexicano, así como de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, Arquitecto, Doctor en Arquitectura por La Universidad de Sevilla. Profesor de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, México. Líder del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU.

APROPRIAÇÃO COMO ELEMENTO ESSENCIAL NA REVITALIZAÇÃO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS

Alexandre Mascarenhas[1], **Mônica Godoy**[2], **Sara Ferreira Rojas**[3]
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU
Rua Paraíba, 697 - CEP: 30.130-140 - Belo Horizonte – MG - BRASIL
Tel: (+31) 3551.7501 | (+31) 8844.2211
[1]afmascarenhas@yahoo.com, [2]monicagodoy2007@yahoo.com.br, [3]sasifer12@yahoo.com

Tema 2: Patrimônio e Conservação
Palavras-chave: Patrimônio, revitalização, apropriação.

Resumo
Fazer uma intervenção em um patrimônio histórico é uma tarefa muito delicada, pois é fundamental levar em consideração o passado daquele patrimônio (sua história, seu entorno) e também o presente (tempo real da intervenção) tendo em vista o futuro, já que as novas gerações terão acesso a essa herança transformada, e, dela farão uso. Sendo assim, intervir é fazer coincidir o que não se toca, é fazer encontrar passado, presente e futuro. O que marcou uma sociedade, um lugar, uma época pode novamente se fazer presente e esse é de fato o maior bem que se pode legar a um povo. O tema da valorização da apropriação da comunidade local ao bem cultural que sofreu um processo de intervenção é recente e vem sendo discutida como aspecto essencial para seu uso, sua preservação e sua perpetuação. O objetivo desse artigo é analisar dois casos de intervenção em prédios históricos: a Fábrica de Tecidos Santa Bárbara (Brasil) e o Forte de San Carlos Del Apa (Paraguai). O primeiro é uma edificação que apresenta sistema autônomo de madeira e vedação de adobe, e o segundo, alvenaria de pedra e terra. Pretende-se, por meio de uma análise comparativa, avaliar os processos de intervenção bem como os efeitos de apropriação pelas comunidades envolvidas. Serão abordados aspectos ligados ao patrimônio, à restauração, ao homem e à cultura. O propósito é mostrar que para a intervenção ser eficaz é preciso integrar o bem patrimonial à vida da comunidade à qual pertence, atingindo com isso a dimensão material e imaterial, trazendo sustentabilidade cultural baseada na legitimação social. Caso isso não ocorra, a restauração, e, sobretudo, a sua preservação, não terá êxito, ainda que o prédio esteja “pronto”.

1. EPÍGRAFE

“Aquilo que herdaste do teu pai, toma-o como teu e transforma-o” (Freud, 1974)

2. O HOMEM E SUA DIMENSÃO PSICOLÓGICA

O ser humano é formado em sua estrutura psíquica por três registros: Real, Simbólico e Imaginário. Esses três registros estão interligados de forma tal que um não existe sem o outro. Esse conceito produzido pelo psicanalista francês Jacques Lacan (1988) pode ser útil para ajudar a analisar a importância de uma intervenção em um patrimônio histórico. Para que haja de fato uma apropriação do processo e da obra é preciso levar em conta o Real, o Simbólico e o Imaginário dos indivíduos, que formam aquela comunidade. Caso contrário, bons resultados não serão alcançados com a apropriação. De uma forma sucinta, descreveremos cada um desses registros:

Por Real se entende tudo aquilo que não pode ser simbolizado. É uma dimensão corpórea, algo que permeia o Imaginário e o Simbólico e que dá a essas duas outras dimensões o material para existirem. É da ordem do Real a realidade pura em sua dimensão mais desprovida de significados. É um absoluto ontológico, que escapa à percepção do ser, no qual o sujeito se percebe finito, mortal e limitado. Estar cara a cara

com o Real causa horror e angústia. E disso se defende com as roupagens do imaginário e do simbólico.

Por Imaginário se entende todo o arcabouço de fantasias que se constrói para explicar o mundo, os laços sociais, os afetos. Do imaginário de cada sujeito depende o vínculo deste com a comunidade, com as relações e com o ambiente o que se constrói. O que se imagina do mundo é o que existe para um sujeito. E todo o imaginário tem relação com o simbólico e com o real.

Por simbólico se entende todo o conjunto de símbolos que precede o sujeito e no qual ele se forma. È o simbólico que diz de sua língua, de sua cultura, de seus hábitos, de bens, valores, preferências, simpatias e antipatias. O simbólico antecede o sujeito. Está presente antes dele nascer; é o nome que o nomeia e define.

Dessa forma, podemos concluir que a natureza dos homens é a mesma, são seus hábitos que os mantêm separados. E para analisarmos estes hábitos é imprescindível levarmos em conta o que se considerou a respeito do real, do imaginário e do simbólico.

3. O HOMEM E O ESPAÇO PATRIMONIAL

O enfoque dado, geralmente, ao aspecto social nos projetos é de considerar a sociedade local somente como prestadora de serviços e como beneficiária das atividades turísticas, o que de fato não é nada mal, mas ela não é vista como destinatária e usuária desses espaços, dessas propostas e intervenções.

A arquitetura e o espaço são gerados para os homens. Os espaços existem como lugares desde o momento em que são habitados. O lugar sempre é de alguém ou de alguma coisa. As coisas não têm valor por si mesmo; o sentido das coisas para o homem é dado pela relação que ele estabelece com outros elementos do contexto, e, é através do seu olhar e de sua vida, que as coisas adquirem valor. Deve-se compreender que caso o patrimônio não possua “valores sociais”, perde significado para os seus proprietários atuais. Desta forma, esses lugares não serão utilizados com orgulho, e, não receberão o cuidado necessário para sua conservação. Assim, tendem a desaparecer. O espaço por si só não tem substância e seu valor é dado pela existência do homem, na originalidade do seu olhar sobre as coisas.

È fundamental reconhecer estes valores a que estamos nos referindo, e que se relacionam diretamente com o conceito de “Patrimônio Intangível”: informações sobre sua história, (quando foi construído, como era aquela gente que morava no lugar, suas anedotas, seus personagens, seus costumes e quais atividades fazem parte desse patrimônio). Assim como o presente, o passado é fundamental na vida desses lugares e é preciso respeitar toda a sua história.

Esse presente é capaz de complementar e enriquecer o valor do lugar, pois a própria vida permite dinamizar o espaço criando a relação ser – espaço, gerando assim “lugar”. Aceitar esse presente como parte do espaço patrimonial é aceitar esse fluir intenso dos novos tempos; é buscar um ponto comum nos tempos, um passado que ensina num mundo onde as pessoas vivem tudo no imediatismo, no efêmero, na globalização. Essa velocidade de interação; esse intercâmbio de informações nos leva a busca de identidade, de referência de quem somos e onde estamos.

Podemos entender esse “ser,” através do conceito hedeggeriano do “Dasein”, que é o ser inserido no mundo - “o ser no mundo”. Para que alguém se considere inserido no mundo, ou em algum mundo, deve possuir certos elementos, que o identifiquem e o referenciem com algo, permitindo-o ter consciência de si mesmo. Isto marca uma identidade, o que em termos gerais se dá basicamente pela relação com o passado e com a apropriação do espaço em que vive, transformando-o em lugar, permitindo ainda, gerar no homem o sentido de ubiqüidade, permitindo marcar, de certo modo, o sentido da sua vida.

Esse “ser no mundo”, nesse mundo cada vez mais veloz, e multicultural, nos convoca a estar frente a frente com o diferente, nos faz refletir na busca da nossa própria identidade, É um desafio a aceitar e compreender os demais.

Tendo em vista a importância do “ser” nos espaços históricos - patrimoniais, tomamos como exemplo duas intervenções feitas em países diferentes, Elas possuem características semelhantes, No entanto, tomaram enfoques diferentes no que se refere ao “aspecto social” do projeto.

4. CULTURA COMO ELEMENTO DE IDENTIDADE.

Um bem cultural precisa manter sua autenticidade, integridade física e originalidade para registrar sua história ao longo dos tempos.

A história constantemente gira em torno de dois vértices: por um lado a procura incansável do inédito, da novidade e do desconhecido; e por outro lado se tem a eterna volta ao antigo, ao conhecido, a admiração pelos tempos passados, na busca da identidade que nos permite ser parte de alguma coisa.

Esse retorno às raízes conduz a uma valorização do passado, da origem, sentido que marca a condição indispensável para explorar toda a riqueza cultural de um povo. Essa valorização não só atrai mais visitantes aos lugares históricos, mas fundamentalmente permite reforçar a identidade particular desse povo.

É preciso compreender o patrimônio como elemento que marca a identidade de um povo. Ele não só está ligado a um momento histórico, mas também as diversas épocas que fizeram a história do lugar, as quais foram sedimentadas umas sobre as outras. Cada época passada tem sua importância e seu peso na história, e isso deve ser respeitado.

A arquitetura, a produção artesanal, a gastronomia e a música são produtos da inter-relação dos habitantes do lugar com o meio físico e natural e constituem a identidade e o capital cultural do lugar. Se essas produções herdadas, que formam parte da historia urbana dos sítios patrimoniais, não contiverem os valores sociais, não terão significado algum para seus habitantes atuais.

5. APROPRIAÇÃO E O LUGAR PATRIMONIAL

Por meio da relação homem – espaço surge o fortalecimento da identidade de cada ser, o qual só é possível, com o surgimento da noção de “apropriação”, que é a forma de tomar pra si algo e sentir-se dono, pois muitas pessoas só se sentem identificadas com um lugar, quando tomam esse local como próprio, como parte da sua história. A casa dos seus avôs, casa dos seus pais, a sua casa, o seu bairro, a sua cidade, o seu país, o “seu lugar”. Este sentido de posse; o “seu” marca a identidade de cada “ser”. A falta desse sentido gera confusão, a ponto de se perder o respeito pelas coisas herdadas dos tempos passados e até dos novos valores do presente.

Pensamos que, para que uma restauração do Patrimônio Histórico não fique só no ato de intervir fisicamente no local, é fundamental, levarmos em conta os fatores, que compõem esse “aspecto social”. Restaurar traz vida a esses espaços e resgata o respeito a todos os que fazem parte dele.

É fundamental considerar os indivíduos que se relacionam com o patrimônio a ser restaurado, pois as mudanças causadas pela intervenção podem afetar de forma positiva ou negativa a vidas das pessoas que habitam o lugar, como também de todas aquelas que já passaram por ele. Nos projetos a serem analisados foram expostos exemplos de integração dessas vidas com o objeto patrimonial.

A Apropriação do lugar pelos diferentes segmentos sociais permitirá manter o valor histórico desses patrimônios, mas também agregarão valores advindos da intervenção. Para que isto se dê com eficácia, é fundamental a educação e a constante difusão do respeito ao passado,

6. ESTUDOS DE CASOS

6.1 Fábrica de tecidos Santa Bárbara

A fábrica de tecidos Santa Bárbara foi inicialmente planejada pelo médico, político e comerciante de diamantes, João da Matta Machado, proveniente de Diamantina. Depois de sua morte, seus filhos e genros criaram uma sociedade para o estabelecimento da fábrica, como forma de honrar e perpetuar a memória do pai, cujo sonho era criar um espaço de trabalho e desenvolvimento para a população local e para a região.

A vila de Santa Bárbara foi fundada no final do século XIX, sendo passagem obrigatória para tropeiros que vinham da Bahia e Norte de Minas em direção a Diamantina, considerada na época a mais importante cidade da região. No final do Império, havia uma política de incentivo à instalação de indústrias próximas a rios com potencial de geração de energia hidráulica. Assim, surgiu a fábrica de tecidos Santa Bárbara e formou-se então, uma vila de operários, hoje distrito do município de Augusto de Lima.

A fazenda de Santa Bárbara, onde foi construída a fabrica de tecidos, possuía terras férteis e era cortada em toda a sua extensão pelo ribeirão da Areia, cujas quedas d’águas permitiam a geração de força mecânica capaz de movimentar maquinas possantes.

Nas matas da fazenda existiam boas madeiras de construção, o que contribuiu para o baixo custo da obra. Havia uma grande serra no local de onde foi retirada a pedra necessária para as fundações e também uma extensa mina de argila de boa qualidade.

A construção da Fábrica de tecidos Santa Bárbara foi erguida por meio de uma estrutura autônoma de madeira e vedação em tijolos de adobes. As argamassas foram executadas com barro, fibra natural e areia, técnica local muito difundida nesta época. A edificação em um único pavimento, em estilo colonial, apresenta quinze aberturas de esquadrias e um acesso principal de entrada na fachada frontal, encimada por arco e torre. A cobertura é composta por dois elementos, ambos em quatro águas, sendo que o elemento superior, mais contido e central, buscava também facilitar a ventilação e iluminação do interior da fábrica.

Toda a construção era muito sólida, executada com madeiras de primeira qualidade, sendo 80% do madeiramento executado com “aroeira do sertão”. As obras foram executadas pelos então engenheiros Catão Gomes Jardim e Augusto da Matta Machado.

A localização do edifício, no alto da colina, ressalta e valoriza a imponência e grandiosidade da construção. A vila operária, de influencia de modelos ingleses, segue a curvatura do relevo descendente e é composta por aproximadamente 100 casas, uma capela, um mercadinho, uma farmácia, uma padaria, um campo de esportes e praça central. As construções, padronizadas, se mantêm ainda muito bem conservadas, uma vez que seguem ocupadas pelos funcionários da indústria.

No entanto, o mesmo não pode se dizer do antigo prédio da fábrica, completamente em ruínas. Após a substituição e implantação da fábrica por um novo edifício construído na década de 1950, o abandono e o tempo tornaram-se os maiores vilões desta imponente edificação.

Em 2005, um dos proprietários da fábrica decide transformar as ruínas da antiga fábrica em palco de festival de jazz. O espaço de tempo era curto, então, foi desenvolvido um projeto emergencial de restauração visando somente à higienização e consolidação das estruturas em adobe e tratamento do madeirame.

O processo de restauração se dividiu em duas etapas: conscientização e capacitação da comunidade local e, execução da intervenção propriamente dita. A primeira etapa envolveu a formação de profissionais que habitam a vila operária e que não prestavam nenhum tipo de serviço para a atual fábrica. Critérios de intervenção como a compatibilidade e a permeabilidade de materiais, a conservação máxima do original e a estabilização e preservação da estrutura foram levados em conta. O processo de intervenção durou apenas 60 dias.

O festival de jazz foi realizado com sucesso, atraindo público de variados estados do Brasil. A preservação histórica arquitetônica aliada a programas de gestão cultural e de turismo, quando bem administrados, alcança resultados positivos e, paralelamente, a formação e educação patrimonial de mão-de-obra carente, a revalorização da região como pólo turístico e a sua manutenção, possibilitando a continuidade no processo de restauração e conservação do edifício e em melhorias econômicas e sociais.

6.2 Forte de San Carlos del Apa

O Forte de San Carlos Del Apa está localizado na ponta do Rio Apa, no Departamento de Conceição da Republica do Paraguai, na divisa com o Brasil, a 90 km da margem brasileira, que leva o mesmo nome “San Carlo do Apa”, no Estado do Mato Grosso do Sul.

Este forte surgiu na época da Colônia, como ponto de defesa da Coroa Espanhola quando da invasão à Província do Paraguai por indígenas, especialmente, da etnia dos Mbya e, dos bandeirantes paulistas. Entre 1750 e 1792 estes bandeirantes juntamente com os mamelucos foram avançando lentamente em direção às regiões do Alto Paraguai, Mojos e Chiquitos. A Corte Espanhola deteve este avanço criando tratados e estabeleceu estratégias de defesa na zona de Assunção por meio de uma série de “fortines” e fortes que tiveram vida curta, pela precariedade dos materiais com os quais foram construídos e pela estratégia que consistia em trocá-los de lugar freqüentemente.

Em 1791, foi criada a “Cédula Real”, que ordenava a criação de estabelecimentos de defesa nas margens do Rio Paraguai. Os fortes, presídios e povoados que constituíam a linha defensiva, situavam-se ao longo do Rio Paraguai e do Rio Apa onde foi fundado um dos primeiros e mais importantes fortes: Forte de São Carlos Del Apa. Foi então enviada uma expedição com setenta homens, sob o comando de Don José Bolaños. O Forte foi construído segundo instruções dadas pelo Governador. Sua primeira edificação foi realizada no ano 1794 com materiais bastante precários como “*estacas de rollizo*” e barro.

Devido ao mau estado em que se encontrava e o contínuo ataque dos portugueses, no dia 26 de maio de 1802, foi ordenado uma nova construção no outro lado da margem do rio, mantendo semelhanças dos aspectos construtivo e estilístico.

Já em 1823, ocorreram obras no forte durante o governo de Dr. Francia, sendo esta a segunda reconstrução, a qual foi executada com materiais mais duradouros, como alvenaria de pedras, tijolos e telhas. Toda a reconstrução durou um ano.

Em 1980, o Ministério de Defesa Nacional do Governo Paraguaio encomenda obras de restauração para o forte. O trabalho, apesar de não contar com suporte de especialistas, foi realizado por um dos mais renomados historiadores do Paraguai, Carlos Alberto Pusineri Scala. A intervenção consistiu basicamente na limpeza mecânica do espaço, que com o passar do tempo, ficou praticamente escondido pela vegetação local. Foram ainda executados trabalhos de consolidação dos muros, que já apresentavam em avançado estado de degradação, quase em ruínas. Esta intervenção permitiu conservar o sentido original da edificação.

No entanto, em 2007, o Forte sofreu uma nova intervenção, conhecida como “Restauração e valorização do Forte de San Carlos do Rio Apa”, com apoio da Secretaria Nacional de Turismo e da Secretaria Técnica de Planejamento do Governo do Paraguai juntamente com a Agência Espanhola de Cooperação Internacional - AECI.

O recurso utilizado foi de 120.000 dólares americanos, o qual buscou integrar o sítio histórico a um circuito de interesse turístico, que justificasse o acesso de visitantes, pois a localização do mesmo é bastante isolada, e, além disso; para alcançar o local é preciso um grande esforço, não só pela distância, mas também pela falta de infra-estrutura viária e hoteleira.

Os critérios de restauração foram bem definidos na primeira parte do projeto, no entanto as estratégias de valorização da comunidade local não estavam muito claras. O técnico responsável da AECI propôs colocar em prática o conceito dos “paradores nacionais espanhóis”, instalados em antigos castelos e fortificações transformando-os em centros turísticos, proporcionando assim um viver físico e espiritual do sítio histórico, podendo contar ainda com um museu, auditório e hospedagem.

Os trabalhos foram executados por uma construtora, que não era especializada em restauração, que, no entanto havia ganhado a licitação pública.

6.3 Análise comparativa – aspectos da intervenção e apropriação

Nos dois casos ficam claros certos elementos que foram importantes para a revitalização dos lugares e também sua apropriação pelas pessoas da comunidade.

De um lado temos a “Fábrica de Tecidos Santa Bárbara”, que é um projeto, no qual participaram os “herdeiros” da memória histórica do lugar. Foi realizado um trabalho de educação patrimonial e de resgate das técnicas construtivas – adobe - com a população local. É fundamental salientar que a educação é um meio de propagação de informação, de valores; pois os futuros trabalhadores compartilharão e transmitirão seus conhecimentos às suas famílias e aos membros da comunidade. Dessa forma, a história que é marcada fortemente pelo componente emocional, relacionada diretamente à identidade do povo, cumpre seu papel através do conhecimento e compreensão do passado e posterior valorização do presente e do futuro; o fato de conhecer e compreender este passado nos permite dar valor às coisas.

De outro lado temos o “Forte de São Carlos” onde os trabalhos foram realizados por pessoas estranhas ao lugar. Técnicos estrangeiros realizaram o projeto sem levar em consideração muitos elementos, que faziam parte da identidade do local. Não houve a preocupação de implementar algum tipo de programa de educação que permitisse integrar os povos vizinhos ao sítio histórico e, a mão-de-obra foi trazida de outras cidades do país, que não apresentavam nenhuma relação com a região onde está localizado o Forte. Estes aspectos reforçaram o sentido comercial do projeto, deixando de lado elementos associados ao patrimônio cultural e social.

Considerando a importância do significado das coisas para as pessoas, a educação é fundamental para o conhecimento, compreensão e aceitação da sua própria realidade. Não se ama o que não se conhece. Sendo assim, torna-se essencial que as pessoas do lugar conheçam sua história, que valorizem seu patrimônio, que cuidem dele e “exijam” que ele seja preservado.

Levando em conta a dimensão psicológica do homem, um sujeito nascido no Brasil, em Minas Gerais, no século XIX, que trabalhou na Fábrica de Tecidos Santa Bárbara possuía um Real, um Imaginário e um Simbólico, que o definia e o caracterizava sendo necessário serem levados em consideração, para que se compreenda sua versão da realidade. Sendo assim, estes elementos foram considerados ao planejar uma intervenção na ruína da mesma Fábrica de Tecidos Santa Bárbara no século XXI. Já no Forte de San Carlos do Rio Apa, a realidade não deveria ser outra. No entanto, pode-se observar que nenhum destes aspectos foi considerado na intervenção. Dessa forma, as pessoas da comunidade não se sentem envolvidas e a apropriação não acontece.

Nos trabalhos realizados na Fábrica de Tecidos Santa Bárbara, a educação foi direcionada para o aspecto da formação profissional. As pessoas que efetuaram a restauração eram habitantes do lugar, que foram devidamente preparados e envolvidos, sendo esta, uma maneira de conseguir a interação das pessoas do lugar com o objeto a ser restaurado.

Outro aspecto relevante da intervenção, na Fábrica de Tecidos Santa Bárbara, diz respeito ao valor agregado ao patrimônio nos dias de hoje. O respeito ao passado cria um presente, que valoriza e potencializa a História. Segundo Martin Heidegger, o limite não é onde uma coisa termina, mas onde uma coisa dá início a sua essência.

Essa essência do lugar diz respeito ao “ser” que nele habita, por meio da nostalgia dos homens que lutaram para construir um futuro melhor, não só para suas famílias, como também para seu povo.

Na Fábrica de Tecidos Santa Bárbara, foi proposta uma nova atividade, que permitisse resgatar esses valores, que ressaltasse a beleza e a importância do lugar dentro de um novo tempo, de uma nova história: um “Festival de Jazz” anual.

A associação de moradores da comunidade local agrega contadores de contos, de causos, recitadores de poesias; músicos, atores que complementam e enriquecem o festival, gerando assim a possibilidade de intercâmbio cultural dos costumes locais e de outras comunidades vizinhas a Santa Bárbara. Dessa forma, gera-se uma relação direta dos habitantes do lugar com o seu patrimônio e o resultado pode ser observado não somente pela produção de conhecimento, como também pelo despertar de novos interesses, pela renovação das atividades cotidianas e pelas novas possibilidades de atuação.

Os valores naturais do lugar são elementos que marcam sua história e ressaltam o seu valor. Estes aspectos são considerados no projeto de intervenção, pois este não visa apenas o espaço feito pelo homem, mas também o entorno - meio natural -, no qual ele se integra. Outro elemento importante no espaço patrimonial é o turismo. Ele é um dos focos principais deste projeto, por ser uma das fontes geradoras de recursos do lugar.

Por outro lado, temos O “Forte de São Carlos do Apa”, na fronteira entre o Paraguai e o Brasil. Pela descrição feita anteriormente, podemos perceber a importância que pode ter para a revitalização de um lugar a relação deste com os diferentes “aspectos sociais”, que podem contribuir para sua verdadeira restauração.

Foi realizado neste local um projeto, que não se encontrava em consonância com a realidade do lugar. A proposta inicial poderia ter alcançado sucesso, pois as características são bastante parecidas com as da Fábrica de Tecidos Santa Bárbara, afinal ambas se localizam no interior do país, com acesso difícil, perto de um povoado e possui uma riqueza natural. Estas características poderiam ser integradas ao projeto de revitalização, no entanto ele foi realizado de uma forma isolada do contexto, de maneira completamente comercial e formal.

A proposta de transformar o Forte em hotel não veio acompanhada de projetos complementares que atraíssem as pessoas locais e não somente turistas; portanto, a relação com os habitantes da região não existiu. O espaço, apesar da sua história, não foi valorizado pelos novos proprietários assim como o imaginário do local não foi considerado. Novas atividades que o adaptassem ao presente de maneira a reforçar sua identidade não foram propostas. A intervenção também não condicionou a educação e a informação como forma de incentivar a visitação do local. A falta de identificação do local pela comunidade contribuiu para a não divulgação deste e conseqüentemente seu abandono.

A intervenção espacial do Forte foi concluída de acordo com os planejamentos e desejos do novo proprietário, no entanto a restauração da vivência do lugar não foi resgatada. Os costumes e os interesses em relação à população local foram sublimados. Esta população se tornou meramente receptora da obra, que sem saber o que fazer exatamente com ela, rejeitou-a pacificamente, deixando-a abandonada.

Percebe-se, portanto que neste caso ocorreu somente a renovação física do espaço, e que a sua “essência” foi perdida ao longo do processo de intervenção. Perderam-se suas

virtudes, seus atrativos, e seu encanto de passado em relação às pessoas locais no presente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O papel fundamental de uma intervenção, seja qual for a sua natureza, é renovar a vida das pessoas e desta maneira, a vida desses lugares, criando sempre uma relação direta com a comunidade local e adjacências.

É necessário considerar os “aspectos sociais” e as relações dos habitantes do lugar na intervenção patrimonial, como elementos fundamentais para esta reabilitação. No entanto, é necessário questionar a importância da conservação do lugar no seu estado original, tendo em vista o conceito de apropriação. Esse termo “original” pode ser considerado em diversos aspectos, a ponto de permitir que um edifício seja mantido apenas como ruínas. As ruínas representam certos momentos marcantes da história e por isso mesmo, devem ser mantidas como estão. Assim cabe-nos questionar se tem sentido mantermos edifícios em pé só como obra-de-arte para serem observados.

Intervir num espaço é muito mais que manter um edifício em pé, é poder revitalizar; é inserir nesses espaços uma nova vida.

É relevante termos critérios de intervenção adequados, que respeitem e sejam apropriados às técnicas a serem utilizadas, mas também é de fundamental importância levar em consideração o Imaginário, o Real e o Simbólico da sociedade local, pois talvez ela não seja a herdeira física, mas certamente é a proprietária da memória, do patrimônio histórico.

A arquitetura é mais que criar formas e funções; possui o poder de enriquecer o existente e direcionar um novo acontecer na vida dos seres humanos, Ela permite incorporar as construções ao mundo de uma forma distinta do modo cotidiano de viver, produzindo melhores lugares para melhores cidadãos.

Educar uma população para que se possa respeitar e reverenciar seus antepassados, é uma questão de sobrevivência. Esse respeito se estende por bens materiais e imateriais. Transmitir um saber fazer com os objetos, com as técnicas, é fundamental para que essa educação seja de fato efetiva.

Daí a importância de todos cuidarmos da preservação do patrimônio – afinal *pater monio* – mundo do pai. Se não cuidarmos do mundo do pai o que vamos deixar para o mundo do filho?

Bibliografia

Freud, Sigmund (1974). *Mal-Estar na Civilização* In. Edição Standard Brasileira das Obras Psicológicas de Freud. Rio de Janeiro: Imago Editora.

Heiddeger, Martin. *A origem da obra de arte*. Biblioteca de Filosofia Contemporânea. Ed.:Edições 70. 1991. Tradução: Maria da Conceição Costa.

Lacan, Jacques (1988). In: Escritos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Laplanche, J. e Pontallis, J.-B (1986). *Vocabulário de Psicanálise*. Martins Fontes, 9a edição.

Laraia, Roque de Barros (2009). *Cultura um conceito antropológico*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Mascarenhas, Alexandre F (2005). *Consolidação emergencial das estruturas de adobe das ruínas da antiga fábrica de tecidos Santa Bárbara*. In Anais: 4- Congresso Internacional sobre o comportamento de estruturas danificadas - DAMSTRUC. João Pessoa.

Nesbitt, Kate (Org.) (2006). *Uma nova agenda para arquitetura: Antologia Teórica* (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify. 154p.

Curriculum

Alexandre Mascarenhas: Arquiteto (FAMIH,1991 – Belo Horizonte, MG, Brasil), Mestrado em *Patologias de estuques ornamentais e estruturais em edificações históricas* (UFF, 2004 – Niterói, RJ, Brasil). Doutorando em Arquitetura (UFMG, 2009). Professor efetivo do Curso Superior em Tecnologia de Conservação e Restauração de Imóveis (IFMG - Ouro Preto, MG, Brasil). Coordena e executa obras e projetos de restauração e revitalização de bens imóveis e móveis. Possui livros e artigos publicados na área de restauro de ornamentos e obras de conservação.

Mônica Godoy: Psicóloga e psicanalista (FUMEC, 1990 – Belo Horizonte, MG, Brasil), especialização em *Psicanálise* (Escola Brasileira de Psicanálise, 1998). Mestranda em Arquitetura (UFMG, 2009). Consultório particular desde 1990 com atendimento a crianças e adultos dentro de uma orientação lacaniana. Trabalha junto a uma Associação de meio ambiente onde são desenvolvidos ações com a comunidade da Serra da Moeda associadas ao patrimonio imaterial.

Sara Ferreira Rojas: Arquiteta (Universidade Nacional de Assunção, 2003 - Paraguai), especialização em *Conservação do patrimônio Cultural* (Universidade Nacional de Assunção, 2003 - Paraguai). Mestranda em Arquitetura (UFMG, 2009). Realizou trabalhos na área de inventário, catalogação, projetos e obras como assitente técnica em Assunção - Paraguai.

CHARACTERIZATION OF ADOBE BLOCKS FROM BURGOS

Ana Velosa[1], Humberto Varum[2], Maria Sáez
Civil Engineering Department / *Geobiotec/ University of Aveiro
Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal
Tel. (+351)234370049; E-mail: [1]avelosa@ua.pt, [2]hvarum@ua.pt

Theme 2: Heritage and Conservation
Key-words: Adobe, characterization.

Abstract
Adobe was a building material of common use in construction practice in many areas of Spain. However, due to the introduction of new cement based building materials, it has been replaced and knowledge of the materials and techniques used for the construction of adobe buildings has been lost. In Spain earth based construction was widespread and common in northern regions such as Burgos, for example. This spatial distribution also encompasses a diversity of raw materials used in the execution of adobe blocks. In order to improve the knowledge on the composition of adobe blocks a set of specimens from the region of Burgos were sampled and studied. As a significant percentage of these buildings suffer from severe degradation, this knowledge can be used as a first step towards an adequate conservation practice that must be based on compatibility issues. For this purpose a testing campaign was performed, taking into account the mineralogical and chemical characterization of the adobe raw-materials and the mechanical and physical characterization of adobe blocks. There is a strong link between these raw materials and local availability, as adobe blocks were usually executed and consumed at a local scale.

1. INTRODUCTION

Earth construction has strong roots in the Iberian Peninsula, where earth is employed in various construction materials such as adobe, rammed earth and wattle and daub. Whilst in Portugal rammed earth is common in the south and adobe buildings are found in estuarial areas, with predominance in the region of Aveiro, in Spain earth construction is widespread but especially prominent in the central area encompassing the provinces of Leon, Zamora, Valladolid and Palencia (Delgado and Guerrero, 2006; Graciani and Tabales, 2003). Throughout Spain earthen buildings are common in rural areas but this material has also been employed in various monuments such as Murallas de Niebla, in Huelva and the Alhambra, in Granada.

This study was developed in order to determine the composition and to evaluate the characteristics of adobe blocks used in the region of Burgos, Spain, all of them employed in rural houses. The atmospheric exposure in Burgos is quite demanding as it has a variable amount of rain/snow but a cold climate, with a high frequency of negative temperatures and consequent freeze/thaw cycles, which are very demanding conditions for all exposed construction materials.

2. STUDY CASES

In the rural area of Villasandino, Burgos, adobe was sampled from a residential, unoccupied house (Figures 1 and 2) and from a wine cellar. The house was built in adobe and wood but the inferior part of external walls was built in stone, thus keeping capillary water from damaging the earthen materials. The wine cellar was also built using adobe blocks, but it was partially excavated, leading to an underground storeroom with an excavated ceiling. In both cases, the building suffered from degradation, enabling sampling of adobes.
Adobe blocks from the house displayed a light brown colouring, with some sand content, and samples from the wine cellar showed a strong brown colouring and apparent profusion of fibres.



Figure 1 - House in Villasandino from which samples were extracted



Figure 2 – Detail of house in Villasandino from which samples were extracted

3. TESTING PROCEDURES

In order to study the adobe blocks a testing procedure was developed encompassing particle sieve analysis, Atterberg's plastic and liquid limit, X-Ray diffraction, compressive strength, tensile strength and erosion test following the Geelong method. This set of tests is intended to provide information on the composition of these materials, their mechanical and physical characteristics and their rate of decay.

- Particle sieve analysis

Humid particle sieve analysis was performed for the determination of the percentage of fine particles, prior to dry particle sieve analysis, that was then performed on particles over 0.075 mm. For this test, the main ASTM sieve series was used.

- Atterberg's plastic limit

Atterberg´s plastic limit was determined on the adobe particle fraction below 0.1 mm. Soil was rolled into ellipsoidal masses and the plastic limit was achieved with the execution of 3 mm threads.

- Atterberg's liquid limit

The determination of the water content responsible for the transition of the soil from plastic to liquid state was performed using Casagrande apparatus and methodology.

- X-Ray Diffraction

Particles sized below 0.075mm and dried at 40ºC were subjected to XRD using an X-Pert Pro X-Ray Diffractometer in order to determine mineralogical composition.

- Compressive strength

This test was performed on cylindrical specimens with an average diameter of 80 mm both in terms of simple compressive strength and diametric compressive strength.

- Durability

Water behaviour was evaluated by a durability test following the Geelong method, based on New Zealand and Australian standards (NZS, 2000). This consists of the continuous fall of water droplets totalizing 100ml, from a height of 400mm, each 20min. The test is concluded by the measurement of the erosion produced and water penetration depth, followed by the determination of the erosion index.

4. RESULTS

- Particle size distribution

Particle size distribution was performed on a sample from the traditional house and on a two samples from the wine cellar (Figure 3). Results showed that the adobe used in the house contained a greater percentage of sand (35%) in comparison to that extracted from the wine cellar (10%). Therefore, the adobe from the winery displayed a high content of very fine particles, below 0.06 mm, classified as silt and clay.

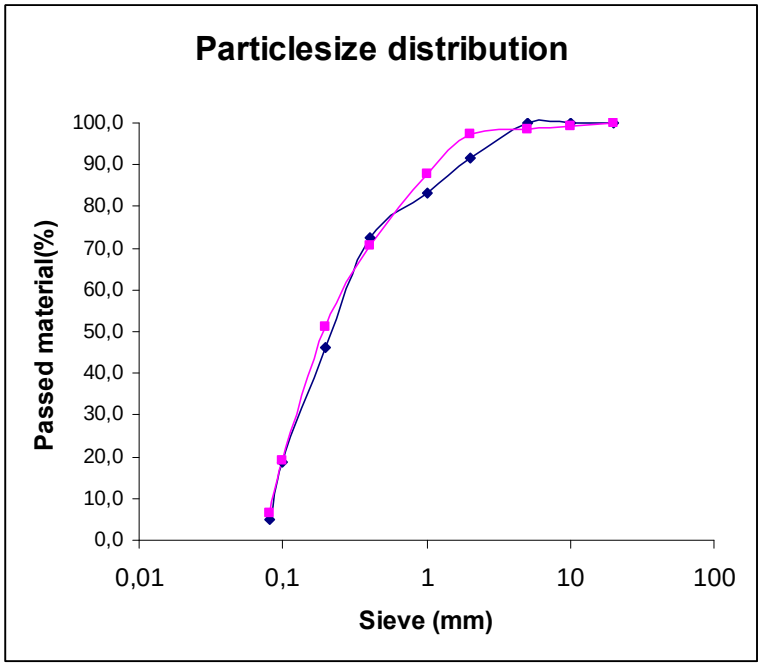


Figure 3 – Particle size distribution of adobes from the wine cellar

- Plastic and liquid limit

Casagrande classification system was applied on samples from the rural house and wine cellar. While the sample from the house attained the classification of silt/clay with low plasticity (CL-ML), the winery sample was classified as low plasticity clay (CL) due to a liquid limit below 50% and a plastic limit above 7%.

- X-Ray diffraction

Mineralogical characterization was performed on adobe from the wine cellar walls and on a sample of earth taken from the ceiling of the same wine cellar, which was partially excavated below the ground. Adobe samples were composed by quartz, calcite and feldspars, with traces of haematite. The analysed soil revealed a composition of quartz, calcite and illite, with traces of haematite. The presence of calcite in the adobe did not seem to be due to the addition of lime, owing to its colouring and consistence and the presence of a great amount of calcite in the soil suggests that it was probably used for the manufacture of adobes. Due to its content in calcite and to the geological context of the region, the soil may be classified as a Terra Rossa.

- Mechanical strength

Mechanical strength tests, comprising compressive (Table 1) and indirect tensile (Table 2) strength, were performed on samples from the rural residential house.

The obtained results showed a high dispersion of values, with compressive strength ranging from 1.2MPa to 3.0MPa and tensile strength surrounding 0.25MPa up to 0.32MPa. Due to the heterogeneity of these materials and their manufacture process, this variation in values is common (Varum et al, 2006; Gonzalez, 1999). The ratio

between the average tensile and compressive strength is 0.14, also a typical value for these earth based materials.

Table 1 – Compressive strength (MPa) of adobe specimens from the rural house

Specimen #	Stress strength (MPa)
1	1.87
2	1.24
3	3.01
4	2.19
5	2.09
Average	2.08

Table 2 – Tensile strength (MPa) of adobe specimens from the rural house

Specimen #	Stress strength (MPa)
6	0.31
7	0.25
8	0.32
9	0.29
10	0.28
Average	0.29

- Erosion tests (Geelong Method)

Erosion index was determined by the erosion depth produced by the water drops and resulted in a classification of adobes as generally suitable for use in protected external walls except for Sample 3, with a recommended application encompassing exposed external walls (Table 3).

Table 3 – Adobe classification in terms of erosion

Adobe	Erosion index	Recommended use	Penetration depth	Conclusion
Sample 1	3	Protected external walls	<8cm	Approved
Sample 2	3	Protected external walls	<8cm	Approved
Sample 3	2	Exposed external walls	<8cm	Approved

In terms of penetration depth, all adobes were considered approved (Table 3) as water didn't exceed the depth of 120mm measured from the adobe surface.

CONCLUSION

Adobes from Villasandino, Burgos, extracted from two different buildings show some variation in terms of composition. However, it became clear that they are made from local materials and do not incorporate lime. Adobes from the same building show variations in terms of mechanical and physical characteristics, as is common with this kind of materials. However, the values encountered for mechanical strength are within usual limits. Erosion by water action wasn't severe and indicates that these adobes are prone for use in external walls, with some protection. Although these materials suffer constant freeze-thaw cycles, their properties do not seem to be much affected by these, probably due to their porous structure.

References

Arango-Gonzalez, J. R. (1999). Uniaxial deformation-stress behaviour of the rammed-earth of the Alcazaba Cadima. *Materials and Structures* 32, pp.70-74.

Delgado, M. and Guerrero, I. (2006). Earth building in Spain. *Construction and Building Materials* 20, pp. 679-690.

Graciani-García, A.; Tabales-Rodríguez, M. Á. (2003). Typological observations on tapia walls in the area of Seville. *First International Congress on Construction History, Madrid*, pp.1093-1106.

NZS 4298:1998 (2000). New Zealand Standard: *Materials and workmanship for earth buildings.*

Varum, H.; Costa, A.; Velosa, A.; Martins, T.; Pereira, H. and Almeida, J. (2006) Caracterização mecânica e patológica das construções em adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação - Projecto Culture 2000/Mediterrae - *Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality*. ARGUMENTUM, pp. 41-45.

Curriculum

Ana Velosa is Assistant Professor at the Department of Civil Engineering of the University of Aveiro, Portugal and a researcher at Geobiotec. Her main research area is building conservation, with a special emphasis on mortars and traditional construction materials. She has participated in several research projects and co-authored various publications in international journals and conferences.

Humberto Varum is Assistant Professor in the Civil Engineering Department at the University of Aveiro, Portugal and researcher at the CEC, FEUP, Porto. His main research interests are: seismic assessment and strengthening of structures, earth construction. He has co-authored over 150 international publications.

Maria Sáez, master student at the Civil Engineering Department of the University of Aveiro, Portugal.

INTERVENCIÓN DE MONUMENTOS HISTÓRICOS CONSTRUIDOS EN TIERRA: EL VALOR PATRIMONIAL ENTENDIDO COMO UN TODO, PAISAJE, COMUNIDAD, ARQUITECTURA

Patricio Arias Cortés, Natalia Jorquera, Lia Karmelic
Surtierra Arquitectura Ltda.
Fundación Jofré
Jofré 386-A, Santiago, Chile
patricio.arias@surtierrarquitectura.cl
www.surtierrarquitectura.cl

Tema 2: Patrimonio y conservación
Palabras clave: Patrimonio en tierra, contexto, comunidad local

Resumen
El presente documento pretende instalar la discusión acerca de la manera de intervenir un edificio patrimonial significativo para una determinada comunidad. La apuesta es relevar el contexto socio cultural y el patrimonio intangible en torno a una edificación patrimonial de tierra cruda, pues casi siempre esta está ligada a una cultura constructiva ancestral, a un sistema de cultivos particular, a un determinado clima y geografía, que en definitiva redundan en una forma de habitar particular. A modo de ejemplo presentaremos la restauración de la Iglesia Altiplánica ubicada en el pueblo Nama a 3200 msnm en el Norte de Chile.

La necesidad de traer esta discusión, responde a la gran cantidad de Monumentos Históricos construidos en tierra cruda que se están restaurando en Chile a través del Programa de Puesta en Valor Patrimonial con crédito BID, destacándose las iglesias altiplánicas construidas en adobe, piedra o tapia en su técnica tradicional ancestral, programa gestionado por el Ministerio de Obras Publicas.

1. DIVERSIDAD DE PAISAJES Y UTILIZACIÓN DE LA TIERRA EN LA ARQUITECTURA CHILENA
Chile es un país de diversos climas y contextos geográficos dando origen a escenarios por consiguiente diversos y extremos de norte a sur. Las regiones de la zona norte se caracterizan por climas desérticos, de temperaturas extremas (gran oscilación térmica) y escasas lluvias, el centro posee un clima templado y una vegetación abundante, y el sur es frío con gran presencia de lluvias y una flora exuberante en medio de tupidos bosques. Esta diferencia de climas y geografía ha dado origen a diversos lenguajes arquitectónicos que utilizan distintos recursos naturales como materia prima para la construcción; así es posible encontrar de norte a sur, la más variada gama de materialidades, que van desde la utilización de la piedra y la tierra por sí sola en el extremo norte, pasando por sistemas mixtos (tierra y madera) en el centro y la utilización de la madera en el sur. Dentro de esta amplia gama, la tierra ocupa un gran porcentaje en las edificaciones, desde la I a la VIII región en Chile, y se encuentra bajo la más grande diversidad de sistemas constructivos; así es posible encontrar edificaciones en adobe, quincha y tapial en menor medida, pero también un gran abanico de sistemas mixtos que utilizan la tierra, sistemas que no poseen una clasificación clara, pues son parte de una arquitectura espontánea; entre ellos destaca el llamado “adobillo” (1) típico de la arquitectura chilena de las ciudades puerto como Iquique y Valparaíso, producto de la industrialización de los sistemas constructivos de tierra (Karmelic, 2009).

La utilización de la tierra como material constructivo en Chile, además de desarrollarse en un amplio contexto geográfico, cuenta con una tradición de siglos que se remontan a épocas precolombinas: existen vestigios de arquitectura en tierra desde el 800 AC,

existen importantes ejemplos prehispánicos de relevancia internacional como es el caso de la Aldea de Tulor en San Pedro de Atacama en el norte de Chile.

Con la llegada de los españoles, el uso de la tierra en forma de adobe se masificó en casi todo el territorio, preferentemente en la arquitectura residencial y religiosa, dando origen a inmuebles generalmente de un piso, de muros gruesos y vanos angostos, cerrados hacia la calle y organizados entorno a un patio interior.

Durante el periodo de la República, a partir de la Independencia de Chile, comienzan a aparecer los sistemas mixtos madera-tierra, como influjo de los nuevos emigrantes extranjeros que llegaban a Chile y que importaron sus tecnologías constructivas, y también como parte de un requerimiento arquitectónico frente a la situación sísmica de Chile y los requerimientos estilísticos-y academicistas que requerían mayores alturas, vanos más grandes, etc.

La tierra se siguió utilizando de manera sistemática hasta 1939, cuando un gran terremoto (de los más grandes del mundo) afectó a la ciudad de Chillán en el centro de Chile dejándola en el suelo. El derrumbe de la gran mayoría de las viviendas construidas en adobe, significó el desprestigio del material y la creación de una Normativa Chilena Antisísmica, que prohibió el uso del “adobe” (situación que se mal interpretó extendiéndose al uso de todos los sistemas constructivos que utilizasen la tierra).

En la actualidad, la tierra como material comienza a retomar fuerzas en el territorio chileno, gracias a sus conocidas propiedades: térmicas (mejora las condiciones térmicas en zonas de grandes oscilaciones de temperatura), económicas (material al alcance de todos sin procesos industriales), culturales (saber hacer), geográficas y sísmicas, y al esfuerzo de arquitectos por crear una buena arquitectura contemporánea en dicho material. Producto del trabajo y de una constante experimentación por parte de los constructores que han ido generando cambios en la manera de utilizar el material, adaptándolo a los diferentes estilos arquitectónicos y mejorando sus condiciones sísmicas al combinar la tierra con otros materiales; a estas combinaciones se les llama sistemas mixtos, que en Chile parecen tener una gran presencia (Karmelic, 2009).

2. PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA EN CHILE

Gran parte de la arquitectura tradicional chilena está construida en tierra. Tipologías que forman parte de nuestra identidad como país han utilizado la tierra como materia prima, como lo son las conocidas Casas Patronales del valle central de Chile o las Iglesias del Altiplano, en el norte andino del país.

Según datos del Inventario del Patrimonio Cultural Inmueble de Chile, un 41% del patrimonio catalogado como tal, está construido en algún sistema constructivo de tierra (Karmelic, 2009, 208), dentro de ese universo, el porcentaje correspondiente a los distintos sistemas constructivos son: un 40,3% al adobe, un 34% a la técnica mixta del adobillo, un 6,2% a la quincha y un 19,5% a otras técnicas mixtas tierra-madera (Karmelic, 2009, 212); cabe destacar que en la zona central de Chile existe también una gran cantidad de tapial, pero no utilizado para construir recintos habitables (por su baja resistencia sísmica), sino como muros de cierres prediales, constituyendo un patrimonio paisajístico, al tratarse de kilómetros de tapia que configuran el límite entre espacio público y privado.

A partir de estos datos duros, podemos inferir que la cantidad de inmuebles patrimoniales construidos en tierra debe ser mucho mayor, pues existen un gran número de inmuebles que sin duda presentan valores patrimoniales, pero que no han

sido catalogados como tal, debido a su condición anónima, rural o pobre, o simplemente por desconocimiento (debemos considerar que el Inventario se realizó el entre los años 1999 y 2001, cuando aún el estudio y la valoración del patrimonio se encontraba en ciernes en Chile).

Esto representa un universo vasto y complejo de edificios y construcciones en diverso grado de conservación y vulnerabilidad. Es necesario aclarar que no existe en Chile una normativa para los edificios construidos en tierra cruda (en términos de estructura, materialidad y/o sistema constructivo) en general, ni para los edificios Monumento Histórico en particular, esto hace que la totalidad del patrimonio construido en tierra se encuentre, no solo en una situación tradicional de vulnerabilidad o precariedad de conservación, sino que además se encuentra particularmente indefenso desde el punto de vista legal frente a la normativa constructiva vigente (Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcción). Las consecuencias que de este vacío se generan, producen que las intervenciones destinadas a salvaguardar la propia integridad de los edificios en tierra, terminen muchas veces por constituirse en generadores de más deterioros y daños, ya que transforman el comportamiento estructural original, siendo más bien “reforzamientos” que no consideran la estructura de base y terminan por producir más daños que beneficios en la construcción a proteger, al tratar de cumplir con la normativa vigente; se transforman por tanto en una intervención errónea y muchas veces degradante (Fig. 1).



Fig. 1 - Imagen post-terremoto de 2005, de un inmueble de tierra restaurado con marco de hormigón armado (Iglesia San Lorenzo de Tarapacá)

3. VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA

Existen, en chile, diversos factores que configuran el estado de vulnerabilidad de las edificaciones construidas con tierra cruda, en primer lugar está la condición sísmica del territorio y el tipo de sismicidad predominante, como ya vimos, la frecuencia de los sismos y la presencia de los llamados mega-eventos. En segundo lugar, la falta de una normativa general para la construcción con tierra cruda o, en su defecto, al menos una específica para edificios patrimoniales del mismo material. En tercer lugar está la perdida de los saberes comunitarios en torno al manejo de los sistemas constructivos; todo lo cual hace que en resumen nos encontremos frente a un patrimonio extremadamente vulnerable.

4. EL FACTOR SÍSMICO QUE AFECTA LAS ESTRUCTURAS EN TIERRA

El factor sísmico es quizás el tema más relevante que define la arquitectura nacional y los sistemas constructivos que se utilizan, este afecta a todo el patrimonio inmueble chileno y especialmente a la arquitectura de tierra cruda, frente al cual los profesionales que trabajamos en conservación y restauración tenemos la misión de encontrar métodos eficaces para resolver los aspectos prácticos, sin perder de vista el valor cultural y social que reviste un determinado inmueble patrimonial.
Dentro del llamado "factor" sísmico existen además consideraciones especiales respecto al tipo de sismos más frecuentes en Chile, donde se encuentran los llamados de alta frecuencia, los que poseen un efecto aun más dañino sobre estructuras rígidas como el adobe y especialmente las combinaciones constructivas empobrecidas de piedra y tierras de baja presencia de arcilla y casi nula presencia de otros materiales estabilizadores como la madera, como es el caso de las iglesias del altiplano, caso de estudio de la presente exposición.

A esto se suma la falta de normativa respecto a cómo intervenir estructuras ya existentes construidas en tierra, así como al diseño de arquitectura contemporánea en dicho material.

5. NOCIÓN DE MONUMENTOS VERSUS NOCIÓN DE PATRIMONIO AMBIENTAL

Gran parte de la arquitectura construida en tierra constituye un ejemplo de arquitectura vernacular o rural, y como tal son producto de una síntesis cultural-constructiva entre el hombre, las comunidades, el medio ambiente y la precaria disponibilidad material. Por ende no se pueden comprender o valorizar sino es dentro de su contexto; esta es la diferencia entre concebir como patrimonio a un Monumento (un edificio aislado que por sí solo posee determinados valores) al patrimonio desde un punto de vista ambiental, donde se comprende que el edificio conforma parte de un ecosistema ambiental y cultural donde el estado de conservación del primero no es sino el resultado de lo segundo.

Así, cabe destacar que en Chile existen numerosas localidades que no forman parte de nuestro patrimonio protegido, pero que constituyen un patrimonio cultural de gran valor y riqueza identitaria en riesgo de colapso si no es intervenido pronta y adecuadamente con nuevas tecnologías con el mismo material que fueron construidos. Existe una vasta experiencia empírica en el país que demanda una validación teórica (Karmelic, 2009).

6. PROGRAMA PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO

En los últimos 10 años en Chile se han dado procesos facilitadores que convergen en el tema de estudio que se propone: por un lado equipos profesionales que han experimentado en construcción con sistemas mixtos de tierra, llegando a sistemas tecnológicos modernos y adaptables (algunos de ellos logrando posicionamiento internacional) mayoritariamente en construcción de obra nueva; y por otro lado una política pública y un interés social en el tema patrimonial que está entregando gran cantidad de recursos para restaurar Inmuebles Patrimoniales a lo largo de todo el país.

La manifiesta voluntad del sector público, expresada en el actual Programa de Puesta en Valor Patrimonial con crédito BID (Banco Interamericano de Desarrollo) que invertirá cien millones de dólares en los próximos cuatro años, da cuenta de la inminente necesidad de establecer parámetros y de incorporar nuevas y eficientes tecnologías de intervención en la Edificación de Valor Patrimonial de Tierra (Karmelic, 2009)

Sin embargo, el Programa contempla el financiamiento de proyectos de restauración o puesta en valor, de Monumentos Nacionales declarados como tal, volviendo al discurso de comprender el “patrimonio = Monumento” y no con una visión más sistémica que permita proteger por ejemplo, poblados enteros construidos en tierra, hoy en peligro de desaparecer, donde se está restaurando una iglesia construida en adobe al mismo tiempo que se demuelen las viviendas construidas en la misma materialidad por carecer de protección legal, perdiéndose una gran parte del valioso patrimonio (Fig. 2).



Fig. 2 - Pueblo de mocha que muestra las nuevas edificaciones que reemplazan a las antiguas viviendas del pueblo construidas con tierra y piedra, destruidas por el terremoto del año 2005

7. APROXIMACIÓN PARTICIPATIVA A LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

Dentro del programa Puesta en Valor del Patrimonio, en el presente año 2009 se ha llamado a la restauración de diversos inmuebles construidos en tierra cruda que cuentan con la categoría de Monumento Histórico, dentro de ellos, los gobiernos regionales de la región norte de Chile, han licitado la restauración de 9 iglesias del Altiplano –parte importante del patrimonio de la región-, de las cuales 4 se encuentran en proceso de desarrollo del proyecto, por parte de nuestra consultora, Surtierra Arquitectura; estas iglesias son: Nama, Mocha, Limaxiña y Huasquiña, todas ubicadas en la Región de Tarapacá y todas fuertemente afectadas por el sismo de Junio del 2005 (Fig. 3) (Fig. 4).

Estas iglesias en su mayoría, hoy en precario estado de conservación, pertenecen a un patrimonio vernáculo fruto de la adaptación de sus comunidades al medio ambiente, creemos que bajo esa perspectiva se debe plantear su restauración, es decir, no remitirse al objeto en sí, sino a comprender al inmueble dentro de un contexto amplio que incluye como factor central, el trabajo con las comunidades locales, con la idea de rescatar sus saberes constructivos, pues en ellos está la clave para la mantención de las iglesias, proceso que de manera natural se ha dado a lo largo de los siglos y que hoy por diversos factores se está truncando (entre ellos la emigración

y el subsecuente abandono de los poblados, así como la inclusión de la “modernidad” y los materiales estandarizados que han desvirtuado el perfil de los poblados).



Fig. 3 - Iglesia de Limaxiña, ortofotografías levantamiento critico, estado derrumbada. Limaxiña, Iquique, Chile. (Créditos: Surtierra, 2009)



Fig. 4 - Iglesia de Mocha, trabajos de levantamiento critico. Mocha, Iquique, Chile. (Créditos: Surtierra, 2009)

Por las razones explicadas anteriormente, en muchos casos, no son sólo las iglesias las que se encuentran en un estado de conservación precario, sino los poblados enteros, donde las comunidades han emigrado en busca de mejores condiciones de vida y la población que queda ha ido perdiendo paulatinamente sus tradiciones, entre ellas la constructiva; a eso se suma muchas veces la extrema pobreza y también los

desastres naturales, lo que en resumen da origen a un empobrecimiento social global, del cual las iglesias son sólo la cara más visible.

Dentro de este contexto entonces resulta complejo, el hecho de intervenir un Monumento, despreocupándose de lo que sucede con el resto del poblado, y más aun el hecho de intentar implantar nuevos roles desde “afuera” como lo son el tema turístico, que es la reconversión más común que se intenta dar a un determinado contexto con el fin de poner en valor el patrimonio cultural a través del cual se pretende impulsar el desarrollo.

Por ello, existe en nuestro trabajo de puesta en valor y restauración del patrimonio construido en tierra, la inquietud y aspiración, de tener en cuenta al menos dos factores de principio importantes de mencionar. En primer lugar el interés por generar un proceso material/constructivo que tuviese como fin el intervenir lo menos posible “desde afuera” un patrimonio con un fuerte componente de factura local y artesanal que en la mayor parte de los casos no presentaba o representaba un prodigio del arte de construir, dada en la mayor parte de los casos por la precariedad de materiales disponibles, sino mas bien eran (las construcciones, en este caso las iglesias) el reflejo o la síntesis de esas comunidades y su empeño por erigir una arquitectura monumental en tan precarias condiciones y en tan extremo paisaje. En segundo lugar y relacionado al primero se planteó el interés y la necesidad de generar un proceso en el cual las comunidades integradas a intervenir en los procesos de restauración pudieran ser, además, las depositarias o destinatarias reales de los flujos de capital que estos procesos significarían, con el consiguiente empuje a una idea de desarrollo latente en la idea de intervenir, desde el erario público, en el patrimonio local (Fig. 5).



Fig. 5 - Iglesia de Mocha. Mocha, Iquique, Chile. (Créditos: Surtierra, 2009)

Al mismo tiempo estas edificaciones constituyen solo la imagen y el reflejo de una cultura de las comunidades que detentan el verdadero valor patrimonial. Es el entendimiento de este carácter sistémico del valor patrimonial de dichos monumentos

el que merece estar al centro de toda intervención, una mirada capaz de relevar los verdaderos valores de los mismos para su conservación y mantención en el tiempo.

En nuestras experiencias en terreno, y a través de varias reuniones con las comunidades locales, hemos podido apreciar la estrecha relación que existe entre el nivel de cohesión de ellas y el estado de conservación de su ambiente y dentro de ello, las iglesias; así como tesis para los proyectos de restauración, hemos establecido que:

RESTAURACIÓN ARQUITECTÓNICA + PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD = VALOR PATRIMONIAL

Esta ecuación no representa ninguna novedad, sin embargo es un tema que en la práctica no se lleva siempre a cabo, pese a ser parte de las exigencias gubernamentales. Es pues en el trabajo de un diseño participativo y altamente vinculante con las comunidades donde se centra la propuesta de estas experiencias, siempre que son estas las que les dieron origen y sustento –a través de sucesivas reconstrucciones- a través de los años.

8. EJEMPLO DE INTERVENCIÓN IGLESIA DE NAMA

Dentro de los proyectos de restauración de iglesias que se encuentra desarrollando la consultora, destacamos el valor de la iglesia de Nama, donde la misma comunidad se hizo cargo de la restauración de su propia iglesia y capilla luego del sismo del 2005.

A partir de este hecho, la consultora pretende realizar una labor en conjunto con la comunidad con la premisa de que es más importante el “rescate de la tradición constructiva”, más que el rescate del objeto físico en sí, con el objetivo de: fortalecer el vínculo comunidad-preservación del patrimonio haciendo partícipe a ella en todas las fases de proyecto, en un aprendizaje recíproco consultora-autoridades-comunidad.

El proyecto de restauración pretende de un modo global, no sólo restaurar los edificios en sí, sino también “rescatar la tradición constructiva vernácula”, lo que implica, el rescate del patrimonio tangible, es decir “lo construido”, y también el rescate del patrimonio inmaterial, asociado a los saberes ancestrales tanto de las técnicas constructivas como de la relación armónica de la arquitectura con su medio ambiente. Así, se apuntará a un intento de “reconstrucción del pasado constructivo cultural, social y tecnológico” a través de un proceso de “diseño participativo”, el cual está siendo llevado a cabo entre la consultora y la ONG Poloc, preocupada del trabajo relacionado con “políticas locales” en pos del desarrollo.

Este “diseño participativo”, significa que las decisiones se van tomando en conjunto con la comunidad local, para recoger las impresiones y visiones sobre lo que ellos mismos esperan de este proceso y poder perfilar así las líneas generales de la restauración del conjunto religioso (Fig. 6).

Dicha interacción consultora-comunidad, se concretizará a través de la creación de un “Manual del construcción y mantención”, donde se recogerán todos los saberes constructivos aún vivos en la comunidad de Nama, así como todas las recomendaciones establecidas en las publicaciones existentes sobre la restauración de inmuebles construidos en tierra, además de la experiencia de la propia consultora. El manual abarcará todas las fases que debe presentar una buena obra construida en tierra, desde el reconocimiento del material adecuado, hasta la descripción de las faenas como la obra gruesa y las terminaciones, así como el proceso de mantención y de conservación pasiva, incluyendo el diagnóstico y solución de las principales fuentes de deterioro, todo de la manera más gráfica y didáctica posible, de modo de constituir una herramienta eficaz y efectiva para que la comunidad pueda seguir manteniendo su patrimonio en el futuro.



Fig. 6 - Iglesia de Nama, ortofotografías levantamiento critico. Nama, Iquique, Chile. (Créditos: Surtierra, 2009)

Bibliografía

Dirección de Arquitectura Ministerio de Obras Públicas (2008). *Programa Puesta en Valor del Patrimonio*. Disponible en http://www.arquitecturamop.cl/portada/0905 (Consultada: 15/03/2009)

Karmelic, L. (2009). *Estudio descriptivo de los inmuebles patrimoniales construidos en tierra cruda que forman parte del Inventario de Patrimonio Cultural Inmueble de Chile*. Santiago (Chile): proyecto de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, 2° Versión Doctorado Arquitectura y Patrimonio Cultural – Ambiental Universidad De Sevilla y Universidad Central.

Surtierra Arquitectura (2009). *Estudio de la situación original y actual Iglesia de Nama*. Antofagasta (Chile): Documentos de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.

Notas

(1) El adobillo es un sistema mixto, consistente en una tabiquería de madera rellenas con ladrillos de tierra cruda ubicados en zoga entre pies derechos; dichos ladrillos se confeccionan con un sacado a ambos lados que permiten que éstos queden completamente ensamblados entre los pies derechos. Este sistema se encuentra principalmente en la ciudad de Valparaíso.

Curriculum

Patricio Arias Cortés: Arquitecto Universidad de Chile 1999; socio de la concultora chilena Surtierra Arquitectura, especialista en el desarrollo de proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra; miembro del directorio de la Fundación Jofré.

Natalia Jorquera Silva: Arquitecta Universidad de Chile 2005; colaboradora externa de la consultora chilena Surtierra Arquitectura; candidata a Doctor en la Universidad de Florencia, Italia, donde realiza proyectos de investigación en el ámbito del patrimonio vernacular y de las culturas constructivas locales.

LA INTERVENCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO EN TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS Y LAS CARTAS DE CONSERVACIÓN

Julio Vargas Neumann[1], Marcial Blondet[2], Carlos Iwaki[3]
Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP
Av. Universitaria 1801 San Miguel. Lima 32, Perú
[1]jhvargas@pucp.edu.pe; [2]mblondet@pucp.edu.pe; [3]ciwaki@pucp.edu.pe

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabras clave: Arquitectura en tierra, Terremotos, Cartas de Conservación

Resumen
Los sismos son fenómenos naturales recurrentes que causan daños acumulativos o el colapso de las edificaciones de tierra. En Perú se han descubierto muchas edificaciones construidas en tierra de importante valor patrimonial, que fueron desenterradas y expuestas nuevamente a la actividad sísmica ¿Cómo evitar su progresivo daño mediante sabias intervenciones?

Las edificaciones de tierra ubicadas en áreas sísmicas constituyen un caso crítico y único por su paulatina destrucción. La respuesta estructural de la mampostería de piedra asentada con morteros de barro depende del más débil de los materiales de construcción que es la tierra.

Se presentan los criterios estructurales de conservación de la arquitectura patrimonial construida en tierra y el uso de herramientas sismorresistentes de reparación y refuerzo desarrolladas por la academia en los últimos 25 años. Se incluyen los conceptos de tierra armada y de inyección de barro líquido desarrollados en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con el apoyo de la Getty Conservation Institute (GCI).

Se analizan casos recientes de re-intervención de monumentos reparados inicialmente el siglo pasado y re-destruidos por sismos recientes, y se presentan soluciones que van desde las más prudentes hasta las más agresivas. Se concluye en la urgencia de revisar los criterios de conservación expresados en las Cartas Internacionales adoptadas por ICOMOS y UNESCO para el caso de la arquitectura patrimonial en tierra ubicada en áreas sísmicas.

1. DESTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Es evidente que la destrucción sísmica de la herencia patrimonial es mayor en las obras edificadas en tierra o piedra asentada con barro, en comparación con las construidas de cualquier otro material. Para evitar esta pérdida patrimonial, tres hechos son destacables:

- El carácter único de las construcciones de tierra o de piedra asentada con barro, por su debilidad y vulnerabilidad frente a los terremotos.
- La perversa coincidencia en el mundo, entre las áreas de ubicación de las obras monumentales de tierra y las zonas de fuerte actividad sísmica.
- La orientación técnica que las Cartas de Conservación adoptadas por ICOMOS ofrecen sobre la intervención del patrimonio edificado ubicado en áreas de actividad sísmica y en especial el caso único de la construcción en tierra o piedra con tierra.

1.1 Vulnerabilidad sísmica del patrimonio en tierra o piedra con tierra

Las construcciones de tierra o de piedra asentada con barro tienen una resistencia a tracción muy baja, por lo que las fuerzas sísmicas ocasionan en ellas fisuras o colapsos. Por ello, la arquitectura patrimonial en tierra se encuentra más dañada que la de cualquier otro material.

Como un ejemplo del inmenso patrimonio en tierra perdido a lo largo de los siglos por la destrucción de los terremotos, la Fig. 1 presenta una valiosa fotografía del Acllawasi, parte el complejo monumental de Pachacamac, ubicado cerca de Lima. Se aprecia parte de lo poco que queda en pie del Acllawasi (construido alrededor del Siglo XII) y la

enorme destrucción sísmica que sufrió este gran templo Inca de las doncellas, construido en tierra, con algunas bases, gradas y pozos de agua (puquios) de piedra.

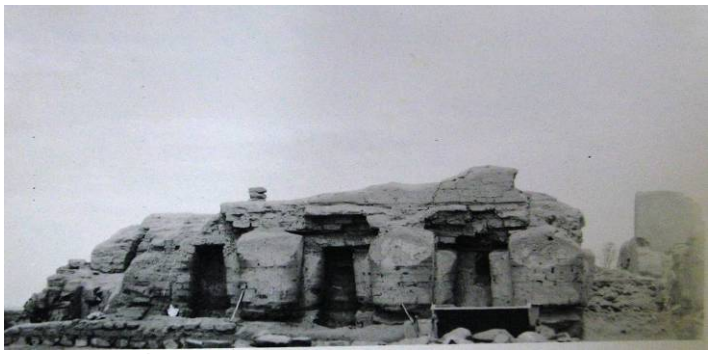


Fig. 1 – Pachacamac, Perú. Templo de la Luna. Vista de detalle de tres nichos.1941. (Crédito: Archivo del investigador Julio C.Tello. Universidad Mayor de San Marcos)

El Acllawasi fue completamente reconstruido por Tello de 1941 a 1945. Los recurrentes sismos de 1966, 1970, 1974 y 2007 lo volvieron a destruir dramáticamente y hoy está clausurado debido a la falta de seguridad de los visitantes.

Ensayos de laboratorio muestran que la albañilería de adobe resiste alrededor de 10 veces menos que la de ladrillo (según cifras del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú). El reciente sismo de Pisco, corroboró la vulnerabilidad de las obras de tierra, comparadas a las de otros materiales (Blondet et al., 2007).

La enorme intensidad de las fuerzas sísmicas es capaz de modificar la geometría de la corteza terrestre y con mayor razón colapsar las vulnerables obras fabricadas con piedra o tierra, materiales utilizados en la grandiosa época prehispana. Valiosos monumentos como Caral, Huaca de la Luna, Chan Chan, Paramonga, o Pachacamac en el Perú, o como Paquimé, el Zapotal, la Joya, Teotihuacan, Cacaxtla, Tula, Tizatlán, y Cholula en Mexico están en grave riesgo sísmico.

1.2 Coincidencia entre las zonas de construcción en tierra y las de actividad sísmica

El problema de la mayor ocurrencia de daños en las construcciones monumentales de tierra se agudiza por la perversa coincidencia entre la ubicación de las obras monumentales de tierra y la actividad sísmica mundial. La Fig. 2 ilustra esta coincidencia en las costas occidentales y montañas americanas ubicadas en el cinturón circumpacífico, que disipa alrededor del 90 % de la energía sísmica mundial. También en el mediterráneo y medio oriente ubicados en el cinturón euroasiático.

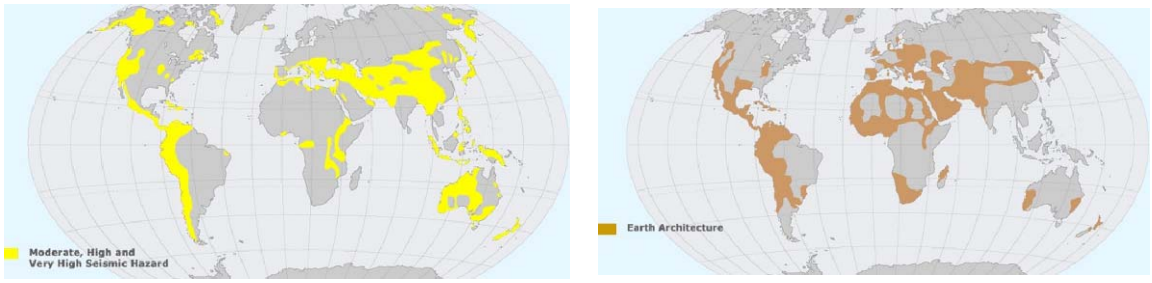


Fig. 2 – Yuxtaposición de los mapas de geografía sísmica y zonas de construcción en tierra. (Crédito: De Sensi, 2003)

1.3 Las Cartas de Conservación no distinguen el tratamiento de intervención que requiere el patrimonio cultural en zonas de alta actividad sísmica

Las Cartas de Conservación adoptadas por ICOMOS carecen de orientación técnica sobre la intervención del patrimonio edificado ubicado en áreas de actividad sísmica y en especial el caso único de la construcción en tierra o piedra con tierra. Los principios y recomendaciones universales no distinguen la intervención patrimonial entre los casos de monumentos sujetos a la actividad sísmica, y los casos en los que los monumentos no sufren estos embates. La velocidad y dramatismo del daño patrimonial en zonas sísmicas es muy diferente al de las áreas sin actividad sísmica. Este hecho limita la creatividad que requieren las soluciones y el empleo de refuerzos sismorresistentes, bajo principios de mínima intervención y reversibilidad.

Solo la Carta de Zimbabwe, 2003 (www.international.icomos.org/charters) menciona tangencialmente la ocurrencia periódica de grandes sismos sin comprender ni mencionar el riesgo acumulativo de la destrucción patrimonial en materiales críticos como la tierra: *"1.7 No deben emprenderse actuaciones sin sopesar antes sus posibles beneficios y perjuicios sobre el patrimonio arquitectónico,* ***excepto*** *cuando se requieran* ***medidas urgentes*** *de protección para* ***evitar la ruina inminente de las estructuras (por ejemplo, tras los daños causados por un seísmo)****; no obstante, se tratará de evitar que tales medidas urgentes produzcan una modificación irreversible de las estructuras".* No queda claro en este enunciado, si las ***medidas urgentes*** son parte de una intervención de emergencia inmediatamente después de un temblor, como podría ser un apuntalamiento parcial o total, o si se trata de reforzamientos permanentes que sean reversibles, como en esta ponencia se pretende sugerir.

Ninguna Carta Internacional adoptada por ICOMOS ha distinguido la ubicación sísmica para abrir la posibilidad de diferenciar el tratamiento de la intervención respecto a las áreas no sísmicas. A esto se aspira. Se requiere trabajar en nuevos aportes de soluciones con refuerzo permanentes (no solo de emergencia) estructuralmente eficientes para conceder estabilidad y seguridad a los ocupantes y visitantes.

A raíz de opiniones del Comité Científico internacional de ICOMOS/UNESCO acerca del Cambio Climático y la posibilidad que el Cambio Tecnológico ayude a encontrar soluciones (simposios de Pretoria 2007, Nueva Delhi 2007 y Québec 2009), debe incluirse la misma preocupación, precaución y previsión para los Desastres Naturales, como son los Terremotos recurrentes en áreas sísmicas.

2. MEDIDAS LOCALES DE CONSERVACIÓN EN PAÍSES CON ACTIVIDAD SÍSMICA

La Carta de Venecia (1964-65) indica: *"… es esencial que los principios que dirigen la conservación y la restauración de los monumentos sean consensuados y formulados en una dimensión internacional,* ***siendo cada nación responsable de aplicar una planificación dentro del marco de su propia cultura y sus tradiciones".***

La salvaguardia del patrimonio cultural construido en tierra o en piedra con barro debe considerar la ecología, geografía, historia, tradición, experiencia de observación de daños y actividad sísmica local. En el Perú, por ejemplo, está en revisión la norma peruana NTE E.080 Adobe, que pretende convertirse en una moderna herramienta de construcción y conservación de la arquitectura de tierra, con un capítulo de guías para la conservación patrimonial. Para ello, el organismo estatal encargado de la revisión de la norma (SENCICO/ Ministerio de Vivienda), está en conversaciones con la Getty Conservación Institute (GCI). También nuestro comité normativo, está en contacto con el comité responsable de crear una norma de conservación patrimonial de estructuras de tierra y piedra en Chile, para compartir esfuerzos y experiencias.

3. CRITERIOS DE DISEÑO EXISTENTES PARA CONSERVAR LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Las estructuras de tierra que han logrado perdurar en zonas sísmicas son de arquitectura masiva, constituida por muros anchos como elementos resistentes al peso vertical y a las fuerzas sísmicas. Aquellas obras que poseen grandes ventanas, columnas, arcos, techos abovedados y minaretes resultan muy vulnerables.

El daño estructural que produce la ocurrencia sísmica periódica en las obras de valor patrimonial es acumulativo. Cada terremoto empeora la estabilidad estructural global que debilitó el anterior. En este proceso se produce agrietamientos en los elementos estructurales; las fisuras crecen, se abren y se multiplican. Las secciones de muros entre fisuras son cada vez más numerosos y menos estables: los muros y estructuras dejan de ser monolíticos. En un lapso medianamente largo, los terremotos terminan por hacer colapsar las estructuras y esto significa la pérdida del patrimonio.

En el caso específico de las construcciones con materiales de tierra o piedra con barro, en virtud de su mayor debilidad, el proceso de destrucción es bastante más rápido y por tanto la intervención es mucho más urgente y complicada. En estas obras los muros son los elementos estructurales principales y la estabilidad de los muros es indispensable para la estabilidad global.

Existen hasta tres criterios diferentes para el diseño de intervenciones en construcciones de valor histórico en base a tierra. Cada uno apunta a objetivos basados en filosofías de diseño, diferentes:

a. El criterio más antiguo está basado en aumentar la resistencia de los elementos estructurales (los muros), para prevenir que se produzcan fisuras. Ejemplos de aplicación de este criterio son aumentar el espesor de los muros, construir contrafuertes, o reconstruir parcial o totalmente un muro dañado. Este criterio no es adecuado en áreas donde ocurren terremotos.

b. Un criterio relativamente moderno está basado en mantener la estabilidad global de la estructura. Se trata de controlar el agrietamiento y separación de los elementos estructurales después de producida la fisuración sísmica, mediante la colocación de refuerzos resistentes a fuerzas de tracción. Un buen diseño debe añadir además capacidad de deformación a la estructura luego del agrietamiento inicial. Este criterio fue estudiado y aplicado por la PUCP desde 1972 hasta la fecha para viviendas populares y por el Getty Seismic Adobe Project (GSAP) de la GCI, en la década de los 90s, especialmente orientado a edificios históricos (Vargas et al., 1978; Vargas et al., 2005; Tolles et al., 2002).

c. Un criterio desarrollado recientemente está basado en la recuperación de la resistencia inicial de los muros fisurados. Se trata de reparar las fisuras existentes (generalmente de origen sísmico) para así desaparecer las discontinuidades producidas por éstas. Se requiere, entonces, reparar la estructura cada vez que la dañe un terremoto, para evitar la acumulación del daño. Este criterio fue desarrollado por la PUCP, con el apoyo de la GCI (Blondet et al. 2007a,b, 2008).

En áreas sísmicas conviene usar de manera complementaria dos o los tres criterios. La severidad sísmica obliga a contemplar todas las herramientas para evitar los colapsos.

4. HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE INTERVENCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN MONUMENTAL DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS

Durante los últimos cuarenta años, en reacción a las pérdidas de vida y daños materiales producidos por los terremotos, la academia, los estados y el mundo

profesional han reaccionado estudiando e intensificando programas de investigación que permitan disminuir la vulnerabilidad de las construcciones de tierra, a través del uso de refuerzos o reparación de daños. A continuación se describen abreviadamente tres importantes investigaciones.

4.1 Investigaciones desarrolladas en la PUCP con criterios de estabilidad, comportamiento o reforzamiento

Los tipos de refuerzos desarrollados en la PUCP desde 1972 hasta la fecha, orientados fundamentalmente a la vivienda de interés social y a construcciones comunales, consideran el uso de vigas collar superiores y adicionalmente algún tipo de mallas de refuerzo. Se reducen a cuatro generaciones de refuerzos, donde las más modernas pueden tener aplicación en la conservación monumental:

- Mallas internas de caña. 1974-1985 (Vargas J. 2005, p4 y p6).
- Mallas electrosoldadas embutidas en enlucidos de cemento y arena. 1985-2005 (Zegarra L., 1997).
- Mallas externas de caña y soga y con geomallas. 2005.(Torrealva D. 2005 p2 y p3) Proyecto GCI/PUCP
- Geomallas de polímeros con enlucidos de barro. 2004-2009 (Blondet et al 2007).

Las tres primeras soluciones son recomendadas para áreas de actividad sísmica moderada. El refuerzo de geomallas ha demostrado ser más eficiente en conceder ductilidad, por lo cual puede emplearse confiablemente en áreas de mayor actividad sísmica. Este sistema ha sido empleado en algunas intervenciones patrimoniales en Perú, con muros sin valor pictórico. Se percibe una reacción negativa frente a este tipo de refuerzo porque la colocación de la malla eliminaría el enlucido original.

4.2 Proyecto de Investigación realizado por la GCI con criterio de estabilidad o reforzamiento.

El proyecto Getty Seismic Adobe Project (GSAP) se condujo en California y en Skopje (Macedonia). Iniciado en 1990, el proyecto estuvo especialmente dirigido a dar estabilidad y seguridad a las construcciones monumentales construidas en tierra.

Los refuerzos desarrollados por el proyecto GSAP desde 1990 hasta alrededor de 1997 (Tolles et al., 2003) consisten en elementos confinantes que conceden algún tipo de ductilidad y estabilidad global a los muros. Los muros más esbeltos requieren soluciones más agresivas. Las principales herramientas recomendadas son:

- Viga collar superior de madera.
- Detallados de conexiones muro-techo.
- Diafragmas de madera en casos de construcciones con tímpanos.
- Lazo horizontal superior y /o inferior, de material sintético o acero flexible (cables).
- Lazos verticales cerca de las esquinas y vanos, de material sintético o cables.
- Combinación de vigas collar y lazos horizontales y verticales.
- Barras centrales de acero o material sintético embutidas en alvéolos y fijados con algún tipo de lechada.

Como en el caso peruano, los proyectos elaborados en California utilizando soluciones con estos refuerzos, han recibido una reacción adversa de la comunidad internacional de conservadores por ser consideradas agresivas, especialmente la solución de los núcleos centrales (core centers) que resultan irreversibles (Barrow J. et al., 2005).

4.3 Investigaciones en curso de la PUCP, con criterios de restitución de la resistencia estructural. Reparación de Fisuras con lechadas de barro.

El sistema de reparación de fisuras en muros y estructuras de tierra por inyección de barro líquido (*grout*), se viene desarrollando por la PUCP desde el 2005 hasta la fecha con el apoyo de la Dirección Académica de Investigación. Este proyecto contó en su

segundo año de desarrollo con el apoyo simultáneo de la GCI (2007). Un avance de resultados fue presentado en el “First Experts Meeting on Seismic Repair and Retrofit for Earthen Buildings Structural Grouting Research” Lima, 2007 organizado por la GCI.

5. EJEMPLOS DE APLICACIONES EN EL CAMPO

5.1 Reconstrucción del Complejo Histórico Mateo Salado, Lima, Perú

Este complejo fue construido en tierra y piedras por la Cultura Ichzma (siglo XII) y ocupado luego por los Incas. Se trata de varias pirámides truncas, formadas por capas de alrededor de 2.5 m de altura, constituidas por retículas de muros de piedras redondeadas sostenidas por rellenos de tierra y muros de contención perimetrales de capas verticales de tapial.

Los sismos destruyeron los muros de contención y con ello se perdió la estabilidad de grandes sectores. Con inyecciones de barro pretamizado líquido se restituyeron juntas de mortero de barro, tanto en fisuras transversales, como el la separación longitudinal de las capas de tapiales. Esta amigable intervención es realizada con materiales del lugar. Antes de vaciar el *grout* de barro líquido (suelo tamizado con alto contenido de agua), se emplearon sellos permanentes de barro y unas tablas para sujetarlos.

En la Fig. 3 se observa uno de los múltiples casos de muros de sostenimiento de tapial, formados por capas verticales, que al despegarse entre si por el paso del tiempo, pierden su continuidad y reducen varias veces su resistencia. Como es sabido, tres capas juntas pero sin adhesión crean un muro de sostenimiento de mucha menor resistencia que la de un muro sólido.



Fig. 3 – Muro de sostenimiento debilitado, que se inyecta para multiplicar su resistencia frente a los empujes laterales del relleno. (Crédito: Mirna Soto, 2008).

La inyección de las juntas entre capas, multiplica su resistencia, sin uso de refuerzos. Estas soluciones amigables fueron ejecutadas por el arqueólogo encargado de las obras, Pedro Espinosa del INC, 2009, con la asesoría estructural de Julio Vargas N.

5.2 Taller de restauración en el Acllawasi de Pachacamac, Lima, Perú

El Acllawuasi de Pachacamac fue reconstruido por el arqueólogo Julio C.Tello, entre el 1941 y 1945 después del sismo de 1940, utilizando los mismos materiales y tecnología originales. Los sismos de 1966, 1970, 1974 y 2007 se encargaron de volverlo a destruir. Bajo un programa de UNESCO Perú, se realizó estudios sobre los archivos

históricos de J.C.Tello y trabajos de restauración en un pequeño espacio del vasto complejo, para un taller de arqueólogos y técnicos del lugar. Se trata de un proceso de capacitación sobre las nuevas técnicas de reparación de fisuras por inyección de barro líquido. En la Fig. 4 se aprecia la reparación de las grietas realizadas por la Arq. Sofía Rodríguez Larraín en el Acllawasi dentro de un equipo multidisciplinar dirigido por el Arq. Edgar Santa Cruz con asesoría estructural del Ing. J. Vargas Neumann.



Fig. 4 – Aplicaciones de reparación de fisuras por inyección de barro líquido en el Acllwasi. Soluciones amigables. Crédito: Sofía Rodríguez Larraín, 2008

5.3 Intervención de la Casa Marrou, Lima, Perú

Una interesante aplicación de refuerzo reversible de geomallas y reparación de fisuras por inyección de barro líquido de suelo tamizado se realizó en la antigua Casa Marrou, Barranco, Lima. La obra fue dirigida por la conservadora Arq. Sofía Rodríguez Larraín en 2008, con la asesoría estructural del ing. Julio Vargas N. Se retiró el enlucido impermeable de cemento con el que había sido reparado y colocó la malla polímera embutida en enlucido de barro y paja que permitía “respirar” a los muros de adobe.

5.4 Intervención de la casona de adobe Las Flores en California, USA

Esta experiencia fue ejecutada por un equipo de profesionales de conservación dirigidos por Jake Barrow en California, 2004. Se utilizó herramientas desarrolladas en el GSAP, como el refuerzo de confinamiento superior (cable de acero, solución reversible) y los núcleos centrales (solución no reversible). La aplicación de esta última solución crea cierta reacción y puede desalentar otras soluciones aceptables y muy convenientes del GSAP.

5.5 Modelo de reciente intervención en la Ciudadela de Bam, Irán

Debido a la recurrente destrucción sísmica, en 1970 se inició un proceso de reconstrucción de la ciudadela del Fuerte de Bam, Irán, utilizando los materiales y tecnologías originales, como en el caso del Acllawuasi. En el 2003, la ciudadela fue devastada por otro sismo, cuando se seguían realizando trabajos de reconstrucción.

Recientemente, se realizó un nuevo modelo de intervención muy discutido, basado en criterios de reforzamiento más agresivos. Se trata de la reparación de una de las 38 torres de la histórica ciudadela amurallada de Arg-e Bam, realizada por un equipo consultor italiano, que fue presentada en Lima por el Ing. Valter Santoro. Es un caso de múltiples perforaciones locales y globales y reforzamiento con varillas de fibra de vidrio, adheridas con lechada de barro líquido. Las Figs. 5 y 6 muestran aspectos de esta solución semejante a la de los núcleos centrales del GSAP, pero con bastante más agresividad e irreversibilidad.

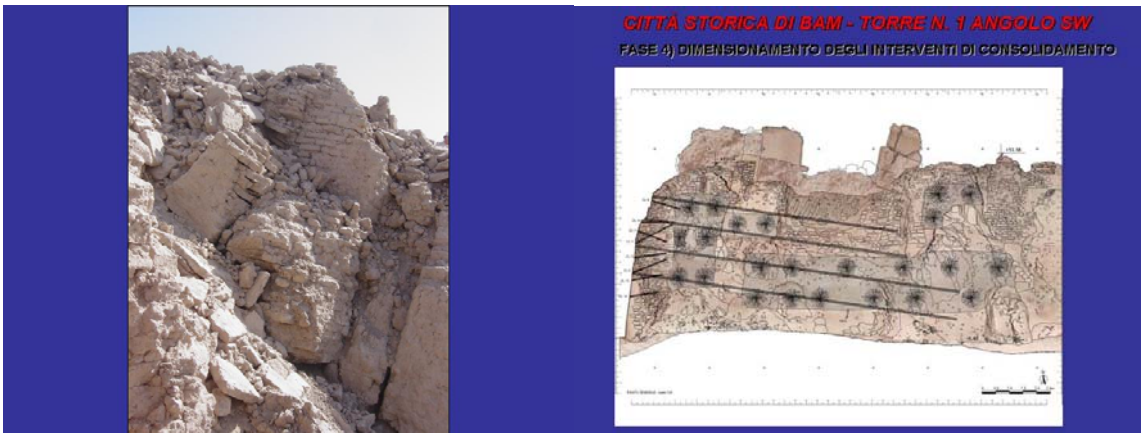


Fig. 5 – Vista del estado del daño en la torre y plan de perforaciones ortogonales e inclinadas, para refuerzos de fibra de vidrio. Ciudadela de Bam, Irán. (Crédito: Ing. Valter Santoro, 2008).



Fig. 6 – Andamiaje, perforación y colocación de varillas de fibra de vidrio en posición. Ciudadela de Bam, Irán (Crédito: Ing. Valter Santoro, 2008).

6. LAS CARTAS INTERNACIONALES DE CONSERVACIÓN (ADOPTADAS POR ICOMOS)

Las cartas de conservación internacionales podrían ayudar a frenar la destrucción de la arquitectura patrimonial en tierra o piedra con tierra en áreas sísmicas si contemplaran las profundas y diferentes características de vulnerabilidad de los materiales y estructuras frente a los terremotos.

La actividad sísmica divide al mundo en dos áreas y ya no es posible ignorar este hecho. Los adelantos tecnológicos de la ingeniería sismorresistente de los últimos 50 años demuestran muy claramente la imposibilidad de tratar la conservación patrimonial bajo un mismo conjunto de recomendaciones genéricas.

La teoría de la deriva continental ha sido consolidada, explica las causas de los terremotos y define una geografía sísmica, donde los efectos sobre la naturaleza y las edificaciones puede tratarse y estudiarse por modernas técnicas probabilísticas. Gracias a los estudios históricos y estadísticos instrumentales es posible estimar comparativamente el riesgo sísmico de todo el planeta y definir mapas de riesgo o amenaza sísmica. Se conoce entonces los lugares con mayor o menor peligro sísmico, o sin peligro sísmico.

Los sismos producen en las edificaciones fuerzas de inercia adicionales a las fuerzas verticales permanentes debidas a la ley de la gravedad. Las fuerzas sísmicas son dinámicas: variables de intensidad en el tiempo con diferentes frecuencias.

Aunque el hombre está habituado a las fuerzas gravitacionales, no lo está a las fuerzas sísmicas y además no siempre tiene conciencia de su importancia. Este hecho se

refleja en la poca resistencia frente a los terremotos de las obras que creó en el pasado. Las fuerzas sísmicas producen esfuerzos, agrietamientos y fallas en los elementos estructurales sin un buen diseño, que pueden llevarlos a colapsos parciales y totales durante los terremotos.

Los materiales débiles y frágiles frente a fuerzas de tracción, como los empleados en las construcciones de tierra o piedra con tierra, se agrietan a fuerzas bastante menores que otras mamposterías como las de ladrillo o piedra asentados con morteros de cal y arena o mejores. Los materiales frágiles, además, sufren roturas súbitas, lo que significa falta de seguridad para los ocupantes de las construcciones.

La recurrencia sísmica produce acumulación del daño estructural, hasta niveles de colapso y desaparición del valor patrimonial. Ello exige o la permanente reparación del daño después de cada terremoto, o el uso de refuerzos estructurales permanentes y compatibles con los materiales débiles, que tengan altas resistencia a la tracción para evitar los daños mayores o colapsos.

Al amparo de los criterios de las cartas de conservación, se han utilizado los mismos materiales y tecnologías de construcción originales en la conservación. Estas esforzadas intervenciones han resultado insuficientes frente a las fuerzas sísmicas. Así, se ha creado un ciclo repetitivo de conservación versus daño que conlleva a la paulatina desaparición del valor patrimonial y al riesgo de vida. Esto ocurrió en la Citadela de Arg-e Bam y en el Acllawasi de Pachacamac por citar solo dos casos.

Para salvar el patrimonio en tierra en áreas sísmicas, se necesita incluir en las cartas de conservación adoptadas por ICOMOS, la posibilidad de colocar refuerzos compatibles y permanentes con criterios de mínimo esfuerzo y reversibilidad.

7. CONCLUSIONES PARA ÁREAS SÍSMICAS

1- Es necesario evitar la destrucción del patrimonio de arquitectura de tierra y piedra con tierra, ocasionado por los frecuentes y severos terremotos.

2- Hay que difundir y perfeccionar las técnicas de reparación de fisuras por inyección de barro líquido en muros históricos de tierra.

3- Bajo los criterios recomendados en las cartas internacionales actuales se producen los ciclos de daño-intervención-daño mostrados en el siglo pasado y el actual.

4- Es necesario perfeccionar las cartas Internacionales de conservación para permitir la colocación de refuerzos permanentes de materiales resistentes a tracción y compatibles con las obras en base a tierra y piedra con tierra en áreas sísmicas, con criterios de mínima intervención y reversibilidad.

Bibliografía

Barrow, J., Porter, D., Farneth, S. y Tolles, L. (2005) Las Flores adobe seismic retrofit: A case study using GSAP Guidelines and Development of Compatible and Reversible Grouts*. Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas.* SismoAdobe2005. Lima.

Blondet, M., Vargas, J. and Tarque, N. (2007). *Behavior of earthen structures during the Pisco earthquake, Perú.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Morales, K. y Iwaki, C. (2007ª). *Estudio preliminar del uso de grouts de barro para reparar fisuras estructurales en muros históricos de adobe.* EEUU: AdobeUSA 2007.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Villa Garcia, G., Morales, K. y Iwaki, C. (2007b). *Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas, Informe Final DAI*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Blondet, M., Vargas, J., Ginocchio, F., Villa Garcia, G., Sanchez, K., Fernandez, C. y Chang, J. (2008). *Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas, Parte II, Informe Final DAI*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

De Sensi, B. (2003). *Terracruda, La diffusione dell'architettura di terra.* Disponible: http://www.terracruda.com/architetturadiffusione.htm

Santa Cruz, E. (2009). *Proyecto de intervención en el sector del Acllahuasi del Sitio Arqueológico de Pachacamac, Informe final.* Lima: UNESCO, Comisión Nacional Peruana de Cooperación de la UNESCO.

Tolles, E.L., Kimbro,E.E., and Ginell, W.S. (2002). *Planning and engineering guidelines for the seismic stabilization of historic adobe structures. GCI Scientific Program Reports*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.

Torrealva, D., Acero, J. (2005). Uso de materiales naturales y de polímeros en el refuerzo sísmico de construcciones de adobe. *Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas.* SismoAdobe2005. Lima.

Vargas, J., Blondet, M., Ginocchio, F. y Villa García, G. (1978). *La vivienda rural de adobe*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vargas, J., Bariola, J., Blondet, M. y Metha, P. (1984). *Seismic strength of adobe masonry. Lima:* Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vargas, J. Blondet, M. Ginocchio, F. y Villa García, G. (2005). 35 años de investigaciones en sismo adobe: la tierra armada. *Seminario Internacional de la Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas.* SismoAdobe2005. Lima.

Currícula

Julio Vargas Neumann: Profesor Principal de Ingeniería Civil (PUCP, 1963), Investigador de construcciones de tierra en áreas sísmicas (PUCP, 1971), Vice Ministro de Vivienda del Perú (1985), Premio Nacional de Cultura en Ciencias y Tecnología (1985-86). Presidente Comité Especializado NTE E-080 Adobe (2007). Miembro del ISCEAH, ICOMOS.

Marcial Blondet: Profesor Principal PUCP, Ingeniero Civil (PUCP, 1973), PhD en Ingeniería (Universidad de California, Berkeley, 1981).

Carlos Iwaki: 2005, MSc Ingeniería Civil (PUCP, 2005), Premio nacional, concurso tesis de post grado (2007), 2008, Master en Análisis Estructural de Monumentos y Construcciones Históricas (2008, Universidad de Minho, Portugal / Universidad de Pádua, Italia), Investigador de construcciones históricas de tierra (PUCP, 2009).

ARQUITECTURA VERNÁCULA DE ADOBE EM PORTUGAL ESTRATÉGIAS PARA A SUA CONSERVAÇÃO FUTURA

Maria Fernandes
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
Instituto de Arqueologia, Palácio de Sub-Ripas 3000-305 Coimbra, Portugal
Tel: (+351) 239 851603, Fax (+351) 239 851609
E-mail: maria.aleixo@sapo.pt

Tema 2: Património e Conservação
Palavras-chave: Adobe, habitação, conservação e tipologia.

Resumo:
A arquitectura de adobe em Portugal caracteriza-se pela enorme variedade tipológica e soluções construtivas, muito adaptadas aos sítios e aos materiais disponíveis. Esta arquitectura, pese embora a sua qualidade é pouco conhecida e incorrectamente avaliada, terminando muitas vezes destruída e substituída por arquitectura contemporânea incaracterística. A habitação em adobe portuguesa, produto das influências culturais que marcaram o território português ao longo do tempo e da sua história é ainda hoje, ligada às difíceis condições de vida do passado, à pobreza e à miséria. No entanto, os exemplos arquitectónicos dos séculos XIX/XX demonstram exactamente o contrário, as habitações em adobe foram durante muitos anos uma arquitectura burguesa, de inegável qualidade, muitas vezes fruto de uma ascensão social, de enriquecimento económico e sobretudo influenciada, em determinado momento, por modelos arquitectónicos importados e relatados com a emigração. Na verdade o que se sucedeu em Portugal durante cerca de 150 anos foi o uso do mesmo material, o adobe, quer nas situações de construção urbana quer rural, em habitações ditas humildes e burguesas. Estes dois modos de viver em adobe, o rústico e o burguês, contém grandes diferenças em termos de qualidade construtiva. O burguês é muito decorado e extremamente protegido enquanto o camponês, mais modesto, com pouca protecção apresenta na maioria das vezes as alvenarias completamente expostas. Estas diferenças marcaram para sempre o estigma da habitação pobre em adobe, muito mais visível que a arquitectura em adobe burguesa, decorada e oculta sob outros materiais.

1. A ARQUITECTURA VERNÁCULA E O ADOBE

A arquitectura vernácula em Portugal conheceu várias designações: arquitectura rural, arquitectura tradicional e arquitectura popular. Estas denominações, patentes em diversos trabalhos de investigação e inquéritos de campo durante o século XX, foram o resultado, dos diferentes objectivos que moveram os levantamentos de então, designadamente:

- o económico e social, arquitectura rural, da responsabilidade dos agrónomos (AAVV,1947, p.11) ;
- o antropológico e construtivo, arquitectura tradicional, elaborado pelos etnógrafos (Galhano e Oliveira, 1994, p.13) ;
- o espacial e territorial, arquitectura popular, executado pelos arquitectos (AAP,1988, p.4-5) .

Todos estes levantamentos incidiram sobre a arquitectura vernácula, ou construída pelo povo e em todos eles, a arquitectura de adobe foi referida. Os resultados destes inquéritos, que decorreram no território continental entre os anos 30 e 60 do século XX, pintaram claramente a realidade de então. Portugal era um país fechado e rural onde a arquitectura em estreita dependência dos materiais locais se adaptava e se fundia com as actividades agrícolas, piscatórias, religiosas, comerciais e do quotidiano em geral.

Desde então o país alterou-se muitíssimo. Hoje esse Portugal rural já não existe. O êxodo da população rural que se iniciou nos anos 40, a emigração que aumentou drasticamente a partir dos anos 60, a urbanização e a industrialização das cidades a partir dos anos 60 e 70 e finalmente a entrada de Portugal na União Europeia em 1986

foram entre outros, os motivos que levaram ao abandono da arquitectura vernácula em Portugal.

Recentemente, a participação num trabalho de âmbito Europeu (1) possibilitou a actualização desta arquitectura esquecida. Nesse trabalho onde participaram diversos países do mediterrâneo foi possível encontrar inúmeras habitações em adobe que tinham passado despercebidas aos agrónomos, aos etnógrafos e aos arquitectos na década anterior. Percorrer o território nacional à procura de tipos arquitectónicos que à data do inquérito à "arquitectura popular em Portugal" estavam perfeitamente em uso foi um exercício deveras fascinante e por vezes frustrante, já que foi difícil reencontrar alguns. O actual território nacional, outrora pobre e rural, hoje desorganizado e abandonado, contém apesar de tudo, exemplos de habitações em adobe que resistiram às alterações da sociedade portuguesa.





Figs.1 e 2 – Mapa com a distribuição territorial de alguns tipos arquitectónicos de adobe em Portugal. Exemplo de casa do baixo Mondego em Louriçal (Pombal)
(Créditos: Maria Fernandes, 2008)

Entre a segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX construíram-se em Portugal habitações em adobe, de uma forma variada, diversificada, e regional em zonas onde a água era um recurso abundante. As características dos solos disponíveis não parecem ter sido peremptórias para não se construir em adobe, mas pelo contrário a falta de água foi decisiva. Observa-se facilmente no território, a alteração de técnicas de adobe por taipa quando a água passou a ser parca numa determinada região ou de taipa por adobe quando a água passou a ser abundante. São exemplos desse fenómeno as casas em taipa do Ribatejo e Alentejo interiores onde a água é um bem escasso, e os exemplos nas mesmas regiões em adobe nas imediações das barragens do Maranhão ou de Montargil. Na região de Aveiro, junto ao rio Vouga onde a água é um recurso abundante, a produção de adobes fez-se a partir de terras extremamente argilosas como as da Pateira e terras muito arenosas, como as da Piedade ou Travessó. O uso de vegetal para estabilizar as terras argilosas e o uso de ligantes como a cal, para as arenosas, foram as soluções encontradas para superar as deficiências dos solos existentes nos lugares mencionados. Em Portugal esta permanência da construção em adobe resultou num vasto património habitacional, de extrema qualidade que, apesar de tudo, tem ainda hoje, lugar no habitat em território português.

2. ARQUITECTURA VERNÁCULA E POPULAR

Segundo Paul Oliver arquitectura vernácula é por definição, aquela que é construída pelo povo, enquanto a arquitectura dita popular é por oposição a que é construída para

o povo (Oliver, 2003, p.94-95). Esta última destina-se a ser usado por ele mas foi concebida, construída e desenhada por outros, numa interpretação do que se pensava ser “a vida do povo”. Entre as habitações de arquitectura popular, que se construíram no território português, sobretudo entre os anos 30 a 50 do século XX, sobressaem os bairros para a população mais desfavorecida, promovidos pelas Misericórdias, pelo Governo e pela iniciativa privada.
A maioria destes bairros destinavam-se ao alojamento das camadas sociais mais baixas da população e conheceram uma certa implementação nas sedes de concelho e nos aglomerados rurais, quando o fenómeno demográfico do êxodo rural começou a ter maior expressão. As habitações populares eram desenhadas, tinham projecto, e foram planificadas e construídas com modelos arquitectónicos aplicados de norte a sul de Portugal, variando apenas os materiais de construção. A maioria surgiu em bairros de inspiração “cidade jardim”, inicialmente em áreas peri-urbanas sob a designação de “bairro dos pobres” ou “bairro dos pescadores”. Actualmente este conjuntos encontram-se em áreas privilegiadas e apetecíveis das cidades.



Fig.3 e 4 – Arquitectura popular, casas em adobe nos bairros da Misericórdia e Alboim em Aveiro (Créditos: Maria Fernandes, 2009)

Para além da designada arquitectura popular de promoção, o século XX foi fértil na construção de habitações vernáculas. Esta arquitectura, não tinha projecto mas regras específicas, quer construtivas quer espaciais e que respondiam perfeitamente às solicitações do quotidiano das comunidades. É por isso uma arquitectura intrinsecamente ligada ao sítio, ao lugar à região e à população que as habita, sem possibilidade de cópia mas apenas de variantes sobre o mesmo tema ou tipo.

Quando Hassan Fathy, nos anos quarenta do século XX, preconizou e aplicou o retorno à construção em adobe na cidade de Nova Gourna no Egipto (Fathy, 1996, p.28), em Portugal construía-se com esse material por iniciativa comunitária, institucional e governamental. Durante a primeira metade do século XX, o adobe era um material de construção corrente, e o seu uso em continuidade histórica fazia-se sem retorno nem redescoberta pelo passado.

Regressando ao tema da arquitectura vernácula *versus* popular, referia ainda um terceiro conceito, o de arquitectura tradicional. Por arquitectura tradicional entenda-se uma arquitectura que tem características quer da vernácula quer da popular. Pode-se considerar uma arquitectura de síntese das anteriores e existente nas regiões onde a construção tradicional era permanente. Para a arquitectura de adobe portuguesa, destacaria um tipo que está na fronteira do vernáculo - popular e que pode ser de facto incluído no grupo da arquitectura tradicional: a casa-corredor em adobe. O exemplo mencionado não tem sítio, *genius loci* (2), pode surgir em qualquer lugar onde a prática da construção com adobe era frequente. A casa corredor corresponde a uma habitação, extremamente disseminada no território, onde os compartimentos se desenvolvem de forma mais ou menos simétrica a partir de um corredor central, que

perfaz de eixo longitudinal de distribuição interna. Este esquema, não exclusivo do adobe é usual noutras arquitecturas em pedra e tijolo e corresponde às habitações de um piso, de planta muito semelhante à dos bairros habitacionais de arquitectura popular. As diferenças residem no tratamento das fachadas e por vezes do exterior. As fachadas, colhem muitas vezes influências na arquitectura vernácula. Exemplos desse crédito são as casa-corredor em adobe nas regiões da Estremadura Setentrional e Beira Litoral, onde a fachada pública continua a ser muito decorada, por oposição e as existentes no vale do rio Tejo, essa diferenciação é atenuada, sem tratamento preferencial, chegando mesmo a desaparecer por completo.

3. DEGRADAÇÂO E DESTRUIÇÃO



Fig.5 – Casa parcialmente destruída em Corticeiros de Cima (Cantanhede-Coimbra), (Créditos: Maria Fernandes, 2006)

Um dos motivos que levam à destruição sistemática da arquitectura vernácula de adobe em Portugal é a ideia errada, de que se trata de uma arquitectura pobre e para pobres. Esse motivo é ainda agravado por razões culturais que se prendem com a intensa renovação arquitectónica de algumas regiões como a Beira Litoral, devido sobretudo ao retorno dos emigrantes que investem em primeiro lugar na construção de uma habitação, símbolo do sucesso enquanto trabalhadores no estrangeiro. Na região da Beira Litoral e da Estremadura Setentrional este preconceito é ainda exacerbado pelas características de povoamento e urbana. Os lotes para construção são usualmente estreitos e profundos com acesso às infra-estruturas apenas a partir da rua da frente, facto que não possibilita a permanência da casa original originalmente implantada na frente de rua. A construção da nova habitação leva muitas vezes ao sacrifício da casa vernácula, porque não existe o espaço para as duas.

Em termos de síntese poderíamos então resumir as causas de destruição em quatro grupos fundamentais:
- culturais (rejeição da arquitectura e factores de emigração);
- uso (acesso a infra-estruturas e falta das mesmas na casa inicial);
- económicos (casas rurais quando a agricultura praticamente desapareceu),
- desconhecimento (das qualidades arquitectónicas das habitações vernáculas e das suas potencialidades enquanto habitação assim como dos procedimentos relativos à sua reabilitação).

Quanto à arquitectura popular os motivos que levam à sua destruição e sobretudo à sua descaracterização são outros. Os bairros mencionados são identificáveis pelo seu valor urbano, de conjunto, onde uma simples habitação não é importante quando desgarrada das restantes que constituem o quarteirão. Esta diferença é clara quando comparada com a arquitectura vernácula cujo valor arquitectónico, individual é o mais

significativo. No grupo da arquitectura popular o problema reside essencialmente nos planos de ordenamento e nos licenciamentos municipais, que permitem as alterações individuais sem respeito pelo conjunto homogéneo do bairro. Nestes casos é frequente que a habitação seja encarada como um imóvel isolado, que pode ser ampliado e transformado, mesmo que as alterações descaracterizem por completo uma parte dum conjunto, e por efeito todo o grupo de habitações.

As transformações mais frequentes nas arquitecturas de adobe são sem dúvida, as de ordem formal patentes nos volumes, nos vãos, nas texturas e nos revestimentos. Outras modificações são também importantes como a ruína, parcial ou total do existente, assim como, as transformações de ordem funcional, referentes à compartimentação e à estrutura (Nourrisier *et al.*, 2001, p.109-112).

Do ponto de vista das transformações na arquitectura em adobe, pode-se afirmar, que embora existam arquitecturas distintas, vernácula, popular e tradicional, com origens e valores diferentes, os efeitos das alterações no construído são semelhantes.

4. ESTRATÈGIA E CONSERVAÇÃO

Globalmente pode-se afirmar que as alterações e destruições estão maioritariamente associadas a causas humanas, por acção directa do homem no construído. No entanto, muitas dessas modificações ocorrem por tentativas sucessivas de minimizar os efeitos físicos da degradação. No domínio das patologias existentes em construções de adobe são sobretudo as avaliações incorrectas da causa-efeito e da anomalia-reparação, que explicam muitas das deficiências encontradas.
O objectivo fundamental da conservação de um edifício em adobe reside sobretudo na preservação da sua função estrutural no entanto, todas as acções de consolidação devem também satisfazer as funções de uso e estética. As intervenções devem por isso ser: viáveis economicamente, duráveis, eficazes, explícitas e devem respeitar os valores históricos sem diminuir a autenticidade do imóvel (Warren, 2001, p.11).

No que se refere à origem das anomalias mais frequentes destacam-se dois tipos:
- as de ordem intrínseca, directamente relacionadas com factores internos à construção, como a matéria-prima grosseira, a execução defeituosa de materiais, até mesmo a incorrecta construção;
- as de ordem extrínseca, directamente arroladas com factores externos como o clima, agentes naturais, acção humana ou animal em síntese causas exteriores à construção (Prieto, 2008, p.59-65).

As patologias de ordem extrínseca podem ainda ser reunidas em dois grupos coincidentes com as maiores fragilidades das construções em terra:
- humidade (Contreras *et al*.,2006, p.54-55) ;
- estrutural (Guillaud *et al*., 1989, p.244-245).
As patologias provocadas pela capilaridade, condensação e infiltração de água (humidade) assim como a presença de fendas, assentamentos diferenciados de fundações e derrocadas parciais de paredes (estrutural), quase sempre presentes nas construções em adobe, resultam da fraca resistência da terra em presença de água ou quando sob acção de cargas excessivas e esforços mecânicos.
Sem qualquer sintoma de alteração ou modificação devido a causa humana, uma pequena infiltração de água numa construção em adobe, se não for devidamente minimizada, poderá derivar em patologia grave de humidade com consequências ao nível estrutural.

A arquitectura de adobe e as construções de terra em geral, para além das fragilidades apontadas, apresentam ainda graves problemas estéticos, quando sob acção de patologias de humidade e estrutural, a saber:

- deformação da estrutura com diminuição acentuada e diferenciada de volumes;
- perda de coesão generalizada do material.

As deformações sempre presentes na construção e directamente relacionadas com a perda diferenciada de volume ocorrem em geral devido à dissolução dos componentes finos da terra em presença da água. Essas deformações são frequentes no topo e na base das paredes. A falta de coesão, generalizada nas construções em adobe manifesta-se pela pulverização dos componentes da terra à superfície e por vezes, quando outros factores ocorrem, uma desagregação acentuada do material. As situações mencionadas são muitas vezes irreversíveis quando as construções já se encontram num estado de ruína ou de degradação avançada.
Ao proceder-se à análise da arquitectura em adobe verifica-se de imediato que são raras as situações em que a degradação da construção foi devidamente corrigida ou minimizada. As situações, em que se mantém o bom estado de conservação ocorrem quando os procedimentos e os materiais tradicionais usados não se alteraram. O que significa que a habitação não conheceu alterações nem mesmo as de adaptação de compartimentos aos novos modos de vida.

Corrente e normal são as situações em que se verificam graves problemas após intervenções por:
- incompatibilidade química e física de materiais usados nas reparações;
- protecção excessiva com impermeabilização de rebocos exteriores, coberturas e vãos;
- reforço estrutural exagerado da construção.

Estas incorrectas reparações, que primam pelo exagero, ocorrem sobretudo pelo medo que as fragilidades das construções imprimem aos seus moradores. Por esse motivo os residentes recorrem à impermeabilização porque as construções apresentam quase sempre problemas de humidade e ao reforço da estrutura porque se julga a mesma ainda menos resistente aos sismos e a cargas do que realmente é. As construções em adobe são frequentemente subvalorizadas.
Por vezes, a análise dos problemas é correcto, como a detecção de humidade ou do aparecimento de fendas nas paredes, mas a correcção é quase sempre defeituosa, provocando na maioria das situações um agravamento da patologia.

Noutros casos o resultado final deriva da incapacidade total em reabilitar estas habitações. A qualidade do espaço interior das habitações em adobe, nem sempre entendido, permite uma adaptação do fogo, sem grande esforço, às solicitações actuais do habitat. No entanto são poucos os casos em que a introdução de instalações técnicas, não destruíram as paredes e a construção de uma instalação sanitária não inviabilizou uma série de espaços ou provocou novos danos.

Em face da realidade e do desaparecimento quase sistemático desta arquitectura no contexto português, sugere-se alguma reflexão sobre os problemas apontados anteriormente.

Analise-se em primeiro lugar os aspectos culturais, de desconhecimento e preconceito face a esta arquitectura. A estratégia neste campo tem sido, a implementação de investigação e estudos, a maioria monográficos, referentes ao património arquitectónico assim como ao comportamento das construções em adobe. Nesse âmbito o preconceito “casa de pobres para pobres” tem sido vagamente ultrapassado mas ultimamente substituído pela ideia de “casa do passado”. Este novo problema de algo que já não se constrói ou que já não existe deverá ser contrariada com exemplos de arquitectura contemporânea em adobe, para reforçar a ideia de casa resistente, não pobre e com futuro.



Fig.6 – Várias alterações e patologias em casas intervencionadas no bairro Alboim em Aveiro, (Créditos: Maria Fernandes, 2009)

No que se refere à substituição da arquitectura e aos problemas decorrentes do povoamento e urbanismo, sugere-se que a tendência “substituição” seja trocada por “reabilitação”. Neste caso e à semelhança do que já ocorreu noutras regiões, para habitações vernáculas em Portugal (3), a melhor estratégia será implementar e mostrar vários casos exemplares de reabilitação de casas em adobe. Na generalidade a população quando vê efectivamente que é possível reabilitar uma casa em termos actuais, imita e copia os exemplos apresentados.

Neste campo dos exemplos, cabe ainda uma segunda sugestão. Não se recuperam casas vernáculas numa determinada região sem a mão-de-obra qualificada para o efeito. Os casos referidos como modelares poderiam ainda ser utilizados para a formação profissional na região. Apesar deste ensino que deveria ser contínuo, prático e a vários níveis e que contemplasse desde projectistas, executores e promotores, carece ainda de outros complementos, tais como manuais de boas práticas e medidas legislativas. Os regulamentos e acções neste domínio legislativo deviam premiar os que optassem por reabilitar a casa em prol do destruir. Assim sendo, a implementação de taxas municipais favoráveis à reabilitação por oposição às de demolição e nova construção poderiam incentivar essa modalidade. Os munícipes portugueses são muito sensíveis aos impostos municipais, dado o peso que representam actualmente na economia doméstica. Acções nesse campo ainda complementadas por incentivos governamentais de programas financeiros, que poderiam ser vocacionados para a reabilitação da arquitectura vernácula, seguramente fariam a diferença no panorama actual.

Em termos de estratégia nacional, seriam então necessários:
- incentivos fiscais;
- programas governamentais/municipais de financiamento para a reabilitação da arquitectura vernácula (4);
- manuais de reabilitação, práticos e acessíveis;
- cursos de formação.

Para os bairros de arquitectura popular a estratégia terá de ser distinta. Neste caso as modificações deverão passar por pequenos planos, que resolvam os problemas sem descaracterizar o conjunto. Por exemplo no mesmo bairro poderiam ser estudadas soluções de ampliação de volume uniformes, que viabilizassem a transformação dos fogos sem alterar o conjunto. Sugerem-se ainda regras claras dos limites das intervenções mencionando sobretudo soluções e não proibições. Como a maioria dos

bairros albergam população de baixos recursos económicos, seria de prever que os municípios estudem projectos-tipo, sem encargos, de forma a fornecer aos moradores quando pretendam modificar a sua habitação. Estes conjuntos não poderão ser encarados sem uma acção directa do governo (para ocaso dos bairros do Estado) ou sem uma acção directa do município, para o caso dos bairros de arrendamento ou antigos empreendimentos de obra social privada. As modificações numa casa popular, existente num bairro desta natureza deve ser limitada, a arquitectura neste contexto não é infinita e não pode ser sujeita a demolição ou alterações que descaracterizem o edificado.

Em conservação as políticas a aplicar dependem do grau de urgência, da natureza das patologias do tipo de ameaças e do destino do edifício, por outro lado as decisões no que respeitam ao projecto de conservação, caracterizam-se por uma série de princípios fundamentais relacionados com as acções a aplicar. Um princípio elementar reside na intervenção mínima associada à reversibilidade da acção ou seja, o ideal será intervir na construção o mínimo possível de maneira a que qualquer intervenção possa ser eliminada ou que pelo menos seja possível regressar ao estado antes da intervenção (Warren, 2001, p.15). No caso dos bairros mencionados o que se verifica é justamente o oposto, acções irreversíveis, devido à profundidade e maximização das intervenções efectuadas.

No campo dos conceitos e da intervenção urbana, a reabilitação tem como objectivo principal a melhoria do território urbano, satisfazendo as necessidades básicas da população especialmente nas áreas degradadas ou em declínio. Dentro dos quatro princípios que fundamentam a reabilitação urbana: como garantir a conservação integrada do património cultural, garantir o acesso a uma habitação satisfatória, promover a coesão territorial e contribuir para o desenvolvimento das cidades (Paiva *et al,* 2006, p. 105-7), os bairros em adobe revestem-se ainda de características especiais relacionadas com a especificidade da sua construção, que devem ser atendidas nas acções de reabilitação a levar a cabo.

Bibliografia

AA.VV (coord. Henrique de Barros) (1947). *Inquérito à habitação rural, vol. II.* Lisboa: Ed. Universidade Técnica de Lisboa.

AAP (1988). *Arquitectura Popular em Portugal, vol.I.* Lisboa: Ed. Associação dos Arquitectos Portugueses.

Contreras, Francisco *et al.* (2006). *Adobe Conservation, a preservation handbook.* Santa Fé: Sunstone Press.

Fathy, Hassan (1996). *Construire avec le people*. Arles: Actes du Sud/Sindbad.

Galhano, Fernando; Oliveira, Ernesto Veiga de (1994). *Arquitectura Tradicional Portuguesa*. Lisboa: Publicações D. Quixote.

Guillaud, Hubert; Houben, Hugo (1989).*Traité de Construction en Terre*. Marseille: Ed. Parenthéses.

Nourrisier, Gilles; Reguant, Juan, Casanovas, Xavier; Graz, Cristophe (2002). *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne.* Avignon: École D'Avignon.

Olivier, Paul (2003). *Dwellings, the vernacular house world wide.* London : Phaidon.

Paiva, José ; Aguiar, José ; Pinho, Ana (coord.) (2006). *Guia técnico de reabilitação Habitacional, vol. I.* Lisboa : IHRU/LNEC.

Prieto, Berenice A. (2008). *Construir con adobe, fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo.* México : Trillas.

Warren John (2001). Forma, significado y propuesta: objectivos éticos y estéticos en la conservación de la arquitectura de tierra. *Loggia, nº 12, Año IV, revista cuatrimestral especializada en conservación y restauración del patrimonio arquitectónico.* Valencia : Universidad Politécnica de Valencia.

Notas

Este artigo foi desenvolvido com o apoio do CEAUCP, Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto.

(1) Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, C.O.R.P.U.S (COnstruction, Réhabilitation, Patrimoine, Usage). Programa Europeu, euro mediterrâneo, no âmbito do Euromed Heritage, Meda, que decorreu entre 1998 e 2003 e no qual participaram quinze países do Mediterrâneo. Toda a informação relativa a este programa encontra-se disponível em www.meda-corpus.net.

(2) Modernamente, *Genius Loci* tornou-se uma expressão adoptada pela teoria da arquitetura para definir uma abordagem fenomenológica do ambiente e da interacção entre lugar e identidade, tal como propõe Christian Norberg-Schulz em "*Genius loci*. *Towards a phenomenology of architecture*. Londres, Academy Editions, 1980".

(3) Refiro a "casa saloia" na zona de Sintra e ao fenómeno de manutenção e reabilitação deste tipo arquitectónico, após a compra e reabilitação de alguns exemplares por técnicos oriundos das grandes cidades. As boas práticas e os bons exemplos aplicados levaram os habitantes a reabilitar as casas saloias, contrariando a tendência de destruição e substituição que se verificavam na região.

(4) Os programas mencionados poderiam à semelhança dos que foram implementados para os centros históricos, como o RECRIA e outros programas municipais como auxílio nas situações economicamente mais débeis, caso dos inquilinos ou dos proprietários de baixos recursos.

Curriculum

Maria Fernandes, Arquitecta (FA/UTL, 1986), ARC 91 (ICCROM), PAT 92 (CRATerre/ICCROM), PAT 96 (ICCROM/CRATerre/INCPeru/GCI), Mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico (U. Évora, 1998), Doutoranda em arquitectura (FCT/U. Coimbra, desde 2006).

HACIA UNA REVALORIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA EN TIERRA DE LA ZONA LACUSTRE DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MÉXICO.

Francisco Méndez Flores[3], W. Martínez-Molina[1], E. M. Alonso-Guzmán[1], F. A. Velasco-Ávalos[1], A. A. Torres Acosta[2], C. Lara Gómez[1], H. L. Chávez García[1], J. A. Bedolla Arroyo[3]

1. Cuerpo Académico Consolidado CAC UMSNH-147 de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040
2. Facultad de Ingeniería, División de Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro México, 76010; Universidad Marista de Querétaro, Querétaro, México, 76000 Instituto Mexicano del Transporte, SCT, Sanfandila, Querétaro, México, 76700
3. Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040.

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabra-clave: Arquitectura religiosa, pueblos hospital

Resumen
La interrelación étnica y cultural que se establece entre el conjunto de poblaciones localizadas en la ribera del Lago de Pátzcuaro deben ser estudiadas en su conjunto como elementos componentes que aportando cada una sus particularidades, forman un conjunto indisoluble y perfectamente caracterizado que define una zona o región cultural cuyo símbolo de identidad se da a partir de la delimitación geográfico-cultural de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, otorgándole por ello un carácter particular a la Arquitectura presente en la zona. La región lacustre del lago de Pátzcuaro resulta altamente emblemática y representativa del fenómeno cultural que se desarrollo en la región occidental de Mesoamérica, ya que fue el núcleo principal donde se desenvolvió la cultura tarasca, su importante y estratégica ubicación le otorgo ventajas, ya que para el Siglo XIV inicia la unificación del estado tarasco, el cual se da en el periodo previo a la muerte del Cazonci Tariacuri, Rey tarasco quien decide dividir el territorio en tres señoríos o barrios, ubicados en la cuenca del lago lo que muestra el gran poder político y religioso de la región anterior a la invasión hispana, la sociedad Tarasca junto con la azteca definieron en el momento de la colonización los ejes de conquista y evangelización en la Nueva España, este es el panorama social y religioso que tiene que enfrentar Don Vasco de Quiroga, y los primeros misioneros en llegar a esta región. Las construcciones hechas de tierra muestran una tradición ancestral en su uso. Históricamente y como material de construcción de amplio uso, la tierra o el suelo ha sido adaptada buscando su optimización con acciones que resultan en una tecnología cuyas propiedades y características se integran al medio en el cual se ubican Otorgándoles por esto distinciones particulares que para el caso de construcciones patrimoniales denotan una total singularidad en el ámbito del patrimonio edificado.

Las construcciones religiosas ubicadas en la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro, deben su origen a la gran labor social- pastoral de Vasco de Quiroga que congrega a los diversos grupos sociales para vivir en núcleos alrededor de la función social de Hospital, construcciones que son el origen de la fundación de los pueblos en la zona lacustre del lago de Pátzcuaro, respecto a su protección será fundamental atender a su génesis dejando de lado el concepto de monumentalidad en el patrimonio como primera medida para lograr su revalorización.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del lago de Pátzcuaro es una cuenca cerrada con una superficie de 929 km^2, se desarrolla desde los 2035 msnm hasta los 3300 msnm, con una elevación promedio de 2369 msnm, cuenta con un lago interior de 126,4 km^2 y una población de 120.000 habitantes. Por su particular atractivo y sus antecedentes históricos, los

cuales se remontan a épocas prehispánicas, es considerada como una de las regiones más emblemáticas de México. (García, 2005, p.15).

Esta región fue el escenario del fenómeno cultural que se desarrollo en la zona occidental de Mesoamérica, ya que fue el núcleo principal donde se desenvolvió la cultura tarasca, su importante y estratégica ubicación le otorgo ventajas, ya que para el Siglo XIV la región se encontraba en un estado de unificación por los diversos grupos que se encontraban dispersos así como los que en largas peregrinaciones desde el norte, buscaban el mejor lugar para asentarse como lo fueron el grupo de los chichimecas. La unificación del estado tarasco se da en el periodo previo a la muerte del Cazonci Tariacuri, Rey tarasco quien divide el territorio en tres señoríos o barrios donde a su hijo Hiquíngaje, le corresponde Pátzcuaro, a sus dos sobrinos, Hiripan, Ihuatsio y a Tangaxoán I, Tzintzuntzan, estas tres cabeceras formaron y consolidaron lo que previo a la conquista Española fue el gran reino Tarasco, estos se ubican en la cuenca del lago lo que muestra el gran poder político y religioso de la región anterior a la invasión hispana. (De Alcalá, 1980, p. 13).

Los edificios religiosos patrimoniales que se ubican en la Región Lacustre de Pátzcuaro poseen la propiedad de estar construidos a base de muros de adobe, material éste que en la zona es ampliamente usado. La construcción de edificios religiosos en el periodo colonial aprovechó el conocimiento que sobre el empleo de materiales locales poseían los pobladores de la región para edificar con adobe, algunos cronistas como Sahagún en sus “relatos de la historia general de las cosas de la Nueva España sólo menciona que el adobe ya era conocido por los naturales”. (Ramirez, 1990, p.50). Este conocimiento de la tradición constructiva de los pobladores regionales contribuyó en buena medida a que la construcción de los edificios religiosos muestran un carácter que propiamente se puede llamar regional.

2. **GENESIS DE LOS PUEBLOS HOSPITAL**

El fenómeno de la edificación histórica de los hospitales ubicados en la cuenca del lago de Pátzcuaro es considerado como producto de la visión de Vasco de Quiroga, notable Humanista que al llegar a tierras de lo que sería el Obispado de Michoacán en el S. XVI y recién nombrado Obispo de esta Diócesis procede a llevara a cabo magnas obras de evangelización con la construcción de las capillas Hospital en la región del lago de Pátzcuaro, sitio elegido por él para llevar a cabo dicho programa evangelizador además de la gran labor social llevada a cabo al interior de la sociedad purépecha la cual en esta etapa sufre marcadas transformaciones en su estructura organizacional interna como la de adecuarse a un nuevo tipo de asentamiento de acuerdo a las nuevas ordenanzas con el objetivo de tener un control sobre ellos con la disposición para que vivieran unidos en población. Esta nueva disposición en la organización provoca la creación de un espacio comunitario como fue el hospital, y consecuentemente, la naciente organización gira en torno a la función del Hospital. El antecedente inmediato a la génesis de los Hospitales en el obispado de Michoacán se tiene en la Europa Medieval, esta etapa es caracterizada por un proceso de transformación y adecuación de la vida religiosa donde el concepto de ayuda y cuidado al semejante permean el pensamiento de la época, precepto moral que favorece el surgimiento de los hospitales, en esta época la permanencia de estos es producto de un acendrado espíritu religioso con la promesa de la vida eterna, ante una región azotada por grandes tipos de calamidades, donde todas las instituciones y particulares se unifican con el objetivo común de mantener el hospital, surgiendo por esto el concepto de hospital en su más amplia excepción como lugar de atención corporal pero mayormente de consuelo espiritual considerándose como obra de la cristiandad entera (Muriel, 1990, pp.9-17).

Este pensamiento de la época medieval seguramente debió influir en el pensamiento y posteriormente en la actividad pastoral de Vasco de Quiroga hacia la forma de

organizar el recién fundado obispado de Michoacán, por varios factores que han llegado hasta nuestros días; la Ciudad de Pátzcuaro como ya se ha mencionado anteriormente previo a la conquista era una ciudad ya reconocida, situación que es aprovechada para que en su alrededor se establezca la forma de administrar que consistió en formar o reconocer pueblos sujetos y pueblos cabeceros, esta nueva disposición en la organización se considera como otro factor que provoca la creación de un espacio comunitario como fue el hospital, institución eje de la actividad social y económica de las nuevas comunidades (Ramírez,1990a, p.341), la sensibilidad de Vasco de Quiroga para lograr su integración a la naciente sociedad refleja la visión y compromiso de un hombre de temple y convicción para llevar a cabo acciones extraordinarias en un terreno hostil, con la seguridad de que los frutos sembrados deberán fructificar en nombre de la fe amparado como ya ha sido ampliamente estudiado bajo la utopía de Tomás Moro, concepto filosófico- moral de amplia concepción social, privilegiando al individuo donde el hospital cumple la función de una ciudad en su cabal concepto (Ramírez,1990b, p.341). La aplicación de esta utopía en el obispado de Michoacán se puede nombrar con seguridad como la utopía Quiroguiana en la Nueva España.

3. LA ARQUITECTURA EN TIERRA PRESENTE EN LA ZONA

No es posible para entender la interrelación establecida entre el conjunto de poblaciones establecidas en la ribera del Lago de Pátzcuaro, tratarlas como unidades aisladas, éstas deben ser estudiadas en su conjunto como elementos componentes que aportando cada una sus particularidades forman un conjunto indisoluble y perfectamente caracterizado que define una zona o región cultural cuyo símbolo de identidad se da a partir de la delimitación geográfico- cultural de la cuenca del Lago de Pátzcuaro(1), dicho concepto cultural de identidad se manifiesta tangiblemente en el patrimonio edificado presente en la región de la cuenca del lago el cual no presenta rasgos de monumentalidad, y sí en cambio muestra aspectos de valor que le otorgan relevancia en el ámbito del patrimonio edificado otorgándole por ello un carácter particular a la Arquitectura presente en la región ya que por una parte su arquitectura de notaria sobriedad y sencillez contrasta con su considerable antecedente histórico social de su fundación, se da en el momento histórico de la unión de dos culturas bajo la visión de los pueblos hospital, donde la edificación se debe a la participación activa de los pobladores con el antecedente cultural prehispánico de espacios abiertos o precedidos de grandes explanadas(Torres, 1999,p.64) donde se desarrollará la actividad de los asentamientos coloniales con hospital, y que en el momento actual, esta espacialidad forma parte de la actividad religiosa de los habitantes al perderse la función del hospital estos forman parte de los anexos del templo o de nuevos usos que cumplen una función social hacia la comunidad. Y en casos muy rescatables permanecen inalterados precedidos de su espacio abierto.

Es así que el patrimonio edificado debe ser valorado como producto de una época y de un grupo social formando por ello parte de su identidad cultural**,** es decir, el patrimonio edificado tiene su razón de ser y permanecer por el alto grado de identidad y la gran carga social que representa para los pobladores de la región, por otra parte, la arquitectura patrimonial en la zona contempla el empleo de la tierra como material de construcción en los muros donde su uso ya era dominado por los nativos del lugar previo a la conquista española

4**. LA RUTA DE LOS HOSPITALES EN LA REGIÓN**

4.1 Los hospitales como generadores de la conformación urbana

El valor patrimonial de la Arquitectura religiosa en tierra presente en la región llamadas capillas hospital que por su ubicación geográfica se pueden llamar propiamente como la ruta de las capillas hospital del lago de Pátzcuaro(2), construcciones hechas de tierra que denotan una tradición ancestral en el empleo de la tierra como material

componente de la estructura entre otros usos, donde su construcción por los materiales empleados marca una notable integración al medio resultando en un símbolo que las identifica como producto de la sociedad que en su momento las produce, donde la percepción del entorno en el cual se desarrollaba el indígena tarasco en perfecta unión e identificación con la naturaleza e inmerso en ella, en comunicación con el cosmos, dueños de una emotividad consciente hacia los fenómenos naturales, en una total identidad con sus repercusiones simbólicas propiciaron valores e identificación con el medio físico, en contraparte de la percepción hispana de la realidad la cual se muestra con valores de comprensión hacia lo urbano, ser cristiano, la civilización, la verdadera cultura, donde su contacto con la naturaleza ha desaparecido, provocando la perdida de la intensa fuerza emotiva que proporcionaban esas relaciones simbólicas. Las capillas hospital presentan en su espacialidad el equilibrio entre espacios abiertos y el edificio propio, atendiendo al antecedente prehispánico de espacio abierto; este tiene que ver con la comprensión del concepto regional de identidad ya consolidado étnica y culturalmente previó a la conquista.

El fenómeno de trasculturalizacion debió tomar en cuenta este antecedente para que las capillas hospital se muestren como un edificio que presenta sobriedad, sencillez y el estar precedidas de un notable espacio abierto. La construcción de templos y capillas hospital en definitiva consolida a la región lacustre del lago de Pátzcuaro, en la región esta unidad es la que define junto con la plaza la traza del lugar y no el templo como en los centros urbanos, lo cual es una muestra de su valor urbano-arquitectónico. Además que su construcción se da como una consecuencia complementaria de este programa que se puede llamar congregacional alrededor de la zona lacustre.

De acuerdo con estudios realizados sobre este tema muestran que en el momento actual se tienen relacionados trece sitios de los veintiséis sitios referidos inicialmente y que en el momento actual conservan completa o parte de la capilla hospital en la región los cuales son; Tzurumútaro, Ihuatzio, Cucuchucho, Quiroga, Santa Fe, San Jeronimo Purenchécuaro, San Andrés Tziróndaro, Puacuaro,Erongarícuaro, Uricho,Arócutin, Jaracuaro,Tocuaro, Nocutzepo,Santa Ana Chapítiro, San Bartolo Pareo, San Pedro Pareo Tzentzenguaro, Huecorio, San Juan Tumbio y Huiramangaro (fig.1).

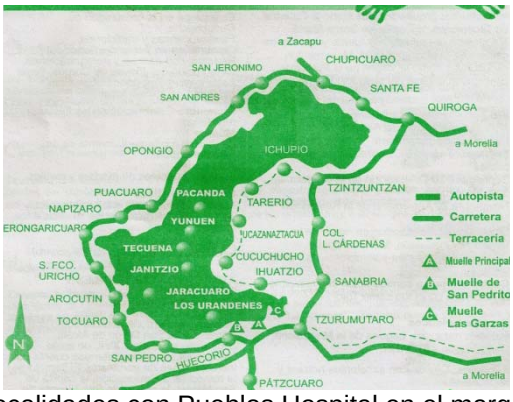


Fig. 1 Disposición de las localidades con Pueblos Hospital en el margen del Lago de Pátzcuaro, (Crédito*: Secretaría de Turismo Gobierno del Estado de Michoacán, 2009)*

Donde el templo para el caso de la Cuenca "…va a ser pequeño y de poca cantera, (Zavala, 1965, p. 61), y va a tener los mismos materiales que usó la arquitectura doméstica popular, la piedra, el adobe, el tejamanil y posteriormente la teja. Por lo que respecta a la forma de cubierta en la nave, esta va a tener el mismo esquema que desarrolló la arquitectura doméstica." Por lo anterior se puede manifestar que las

construcciones patrimoniales se integran al contexto de su ubicación donde el habitante se identifica con ellas (fig.2).



Fig. 2 Portada principal del templo de marcada tipología regional (Crédito*:* F. Méndez, 2009)

5. MARCO LEGAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

La cuenca del lago de Pátzcuaro, está ubicada en el Eje Volcánico Mexicano, región importante para eventos geológicos de eyección de magma como material volcánico de múltiples usos: las rocas ígneas extrusivas e intrusivas como material de construcción, las arcillas que son minerales secundarios metamórficos de las rocas ígneas, han trabajado tanto como material de construcción en mamposterías crudas (adobes) y cocidas (arcillas), Históricamente y como material de construcción de amplio uso, la tierra o el suelo ha sido adaptada buscando su optimización con acciones que resultan en una tecnología cuyas propiedades y características se integran al medio en el cual se ubican.(Guerrero,1994,p.25). Resultando por ello el elemento distintivo de las construcciones patrimoniales en la región La primera noticia de estos materiales y su aplicación la refiere La inspección ocular, de fines del siglo XVIII, la cual describe al templo como “una nave de piedra y lodo, techo de tejamanil, de tierra el suelo, que aún indica en su coro alto, órgano descompuesto”… (López, 1965, p.188).

El adobe es un material que en la zona es ampliamente usado y cuya fabricación se da a través de un molde de madera rectangular donde la tierra como material básico componente es “amasada” integrándole material de carga del tipo orgánico, mezcla que secada durante un periodo al sol resultará en las piezas denominadas adobe. La carga, sea orgánica y/o inorgánica, tiene el objetivo de evitar los cambios volumétricos que presentan las arcillas o suelos; la morfología de las adiciones está también en concordancia con el destino. Los líticos o rocas pequeñas producirán incremento en la resistencia mecánica y también evitarán los cambios volumétricos; las adiciones en forma de fibras se incluyen para incrementar la resistencia a la tracción para los casos de hundimientos diferenciales, solicitaciones sísmicas de pequeña magnitud, desprendimientos, mantenimiento de la integridad de las piezas. Las adiciones minerales evitan la higroscopía típica de las arcillas jóvenes como las que abundan en la Región Lacustre.Los adobes son piezas de suelo crudo, estas geologicamente son arcillas jóvenes del grupo de las Smectitas, específicamente Montmorillonitas, primer producto accesorio de la metamorfización de las tobas locales, las Montmorillonitas son minerales altamente higroscópicos provocando cambios volumétricos que disgregan los adobes.

La construcción de edificios religiosos en el periodo colonial aprovechó el conocimiento que sobre el empleo de materiales locales poseían los pobladores de la región para edificar con adobe.

Este conocimiento de la tradición constructiva de los pobladores regionales contribuyó en buena medida a que la construcción de los edificios religiosos manifiestan un carácter que propiamente se puede llamar local por las características técnicas y artísticas que muestran tanto en el aspecto formal constructivo como al interior del edificio (fig.3).



Fig. 3 Vista interior mostrando la utilización de materiales tradicionales como el tejamanil decorado en el plafón (Crédito*:* F. Méndez, 2009).

Por lo que respecta al marco legal normativo, este atiende mayormente a la arquitectura patrimonial monumental dejando muy desprotegida a la arquitectura fuera de esta clasificación, que es el caso de las capillas hospital, por lo que dada su gran carencia de valores normativos se tendrá que revalorar a estos para brindar mayor protección y salvaguarda con el fin de su preservación;
Iº de acuerdo con la aplicación de la normativa existente se interviene únicamente el edificio como tal cuando es requerido para su conservación. (I.N.A.H, Centro Regional Michoacán)
2º el espacio abierto exterior no es intervenido de acuerdo a esta normativa lo que genera su gradual deterioro.
3º esta disociación de criterios contradicen notablemente el fundamento de su génesis en términos de conservación,
Por supuesto un criterio que deberá considerar su restauración será el que englobe estas características de singularidad del edificio, (Brandi, 1988, pp.14-15) con el objetivo primario de lograr el fortalecimiento de la memoria histórica de sus habitantes.

6. REFLEXIONES FINALES

El patrimonio edificado ubicado en la región muestra un alto valor histórico urbano por ser el testimonio tangible del programa evangelizador de Vasco de Quiroga, programa de un notable sentido social y que tan bien es aceptado y apropiado por los pobladores locales que le imprimen su sello regional otorgándole por ello y adicionalmente un perfil particular. Para el momento actual la conservación de este patrimonio presenta principalmente riesgos de conceptualización en cuanto la monumentalidad se refiere, es decir se conserva lo de mayor escala arquitectónica, permeando este criterio las acciones de conservación, por lo el patrimonio considerado no monumental debe conservarse no solo por su implicación arquitectónica en nuestra vida cotidiana, también porque tiene varias representaciones y significaciones, entre las que se pueden mencionar, que los objetos arquitectónicos fungen como portadores

de información, es decir como documentos que han registrado el devenir histórico, ya que la estructuración de los edificios históricos obedece a un conocimiento constructivo de la época, el cual se basó en el trabajo y conocimientos de los constructores locales, principalmente.

Un punto culminante que muestra el gran pensamiento social pastoral es el referido por Carlos Chanfón, quien sugiere que para el caso de la construcción de la catedral del obispado de Michoacán, Vasco de Quiroga muy probablemente confió el inicio y la continuación a los constructores tarascos, quienes no solamente aportaron trabajo manual, sino también las ideas y conocimientos constructivos. (Chanfón, 1993, p. 128). Hecho que apuntala el fenómeno edificatorio e indisoluble en la cuenca del lago de Pátzcuaro. Consecuentemente la revaloración de este tipo de arquitectura en adobe deberá fortalece la identidad regional y ampliar el horizonte de conocimientos al personal técnico encargado del patrimonio

.

Bibliografía

Brandi, C. (1988). *Teoría de la restauración*. España: Alianza Forma.

Chafón, C. (1993). “Ex catedral de Pátzcuaro, San Salvador, Basílica de Nuestra Señora de la Salud” en Carmen Valles Septién (Editora). Catedrales de México, México: CVS Publicaciones, p.128.

De Alcalá, Fray J. (1980). *La relación de Michoacán.* Morelia: Fimax Publicistas.

García N. (ed.) (2005). *Memoria ilustrada del programa para la recuperación ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro*. México: FGRA-IMTA.

Guerrero, L. (1994). *Arquitectura de tierra*. Colección CYAD. México: UAM-Azcapotzalco.

López, D. (1965). *La nobleza indígena de Pátzcuaro en la Época Virreinal*. México: UNAM.

Muriel, J. (1990). *Hospitales de la Nueva España fundaciones del siglo XVI.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, Cruz Roja Mexicana.

Ramírez R. (1990). *Catálogo de monumentos y sitios de la región Lacustre*, t II, Región Lacustre de Pátzcuaro. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gobierno del Estado de Michoacán.

Torres, L. (1999). *Tecnología constructiva en la Zona Lacustre de Pátzcuaro y Región Morelia*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Arquitectura. México: Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México.

Zavala, S. (1965). *Recuerdo de Vasco de Quiroga.* México: Ed. Porrúa S.A.

Otras fuentes:
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Reglamento, I.N.A.H, Morelia, Centro Regional Michoacán.

Notas

(1) Para el presente estudio la delimitación geográfica del concepto cuenca deberá considerarse bajo la perspectiva de una zona con características de identificación étnicas y culturales idénticas y no su proximidad física a la cuenca como tal, siendo esto último lo que integra al área en estudio al concepto cultural de cuenca, esta delimitación ha sido establecida y aceptada por diversos estudios realizados en la región de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

(2) La disposición de vasco de Quiroga para su fundación en esta región es continuada en otro importante sitio cultural conocido como Sierra Purépecha, por Fray Andrés de san Miguel, donde también se da este importante fenómeno histórico cultural con la construcción de las capillas hospital bajo la figura de Vasco de Quiroga.

Currículum

F. Méndez Flores, Doctorante del PIDA, U.M.S.N.H. Morelia, México.

W. Martínez-Molina, CAC-UMSNH-147, Morelia, México.

E. M. Alonso-Guzmán, CAC-UMSNH-147, PIDA, F. Velasco-Ávalos, CAC-UMSNH-147, Morelia, México.

A. A. Torres Acosta, U.A.Q. C. Lara Gómez y H. L. Chávez García, CAC-UMSNH-147, Morelia, México.

J. A. Bedolla Arroyo, Doctorante del PIDA. U.M.S.N.H. Morelia, México.

RESTAURACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PATRIMONIO DE TIERRA

Graciela María Viñuales
Centro Barro . CEDODAL
Montevideo 1053. 3º B
C1019ABU Buenos Aires
Argentina
T. (54-11) 4811-9249
cenbarro@interserver.com.ar

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabras-clave: Conservación, Presupuesto, Manejo

Resumen:
El mantenimiento de las construcciones en tierra, especialmente de las que tienen carácter monumental es un tema que todavía está por estudiarse.
Por un lado, aún se siguen entregando obras de restauración a profesionales exitosos pero que no tienen formación específica en patrimonio y, por lo general, tampoco tienen experiencia con el material tierra ni con sus diferentes sistemas constructivos. Ello trae aparejado el uso de técnicas incorrectas para la intervención y el agregado de materiales incompatibles que abren la posibilidad a rápidos deterioros apenas finalizada la obra.
Por otro lado, cuando se hacen presupuestos de restauración, los precios de obra y la relación de los profesionales con ella se terminan el día que se entrega la obra terminada. Nada se contempla de su mantenimiento posterior, qué resguardos habrá que tener, qué revisiones deberán realizarse, con qué periodicidad ni cuánto costarán.
Ello deriva en algunos problemas que estamos viendo que se están agravando en estos últimos tiempos. Entre ellos está el deterioro rápido que sufre el patrimonio después de la intervención, que en la mayoría de los casos es más acelerado que el que veía sufriendo por el mero paso del tiempo. Otro tema es que la utilización de materiales discordantes suele ir acompañada de la irreversibilidad.
Un problema grave surge también de que esa falta de presupuesto y de plan de manejo de la obra una vez inaugurada, se traduce en una falta de cuidados adecuados, usos erróneos de los espacios, falta de revisiones periódicas y eternas insuficiencias económicas para afrontar el mantenimiento básico del edificio, sus instalaciones y el equipamiento que suele pertenecerle.
Por esta situación hoy nos encontramos con edificios a los que se les han debido hacer -a veces más de una vez- “re-restauraciones” en las que cada intervención quita o deforma algo patrimonial. Lo paradójico es que hay presupuesto para esa repetición de obra, pero no para la conservación diaria futura.
En todos los países encontramos ejemplos de este tipo de actuaciones, sean los latinoamericanos, sean los ibéricos. Estimamos que este asunto debe ser objeto de atención con cierta urgencia, antes de que tengamos que lamentar nuevas pérdidas patrimoniales.

1. INTRODUCCIÓN

Considerando que muchos de los latinoamericanos que pertenecen a la Red Proterra se dedican más a la obra nueva, esta ponencia pretende llamar la atención sobre algunas cuestiones de conservación, ya que no sólo deben resguardarse los monumentos, sino que las mismas construcciones que hoy están levantándose necesitarán de cuidados especiales en unos años.

El mantenimiento de las construcciones en tierra, especialmente de las que tienen carácter monumental es un tema que todavía está por estudiarse en profundidad. Frente a ello hay dos consideraciones básicas: el conocimiento de las reglas propias del tratamiento del patrimonio y el conocimiento de las propiedades de los sistemas constructivos que utilizan tierra.

Sin embargo, muchos de los temas involucrados referidos al material y al manejo de las obras de restauración han sido estudiados repetidas veces. Esta ponencia busca

recordar algunos de estos enfoques proponiendo un momento de discusión y reflexión que ayude a enlazarlos. Y, más allá de ello, trata de incentivar una toma de conciencia por parte de los responsables de estos bienes, propietarios, usuarios y autoridades.

2. RESTAURAR NO ES IGUAL A CONSTRUIR

En cuanto al primer asunto, es necesario considerar que una cosa es hacer nueva obra, otra bastante distinta es restaurar. El bien que deba restaurarse debe ser contemplado como un documento que muestra calidades de una época, de un material y de una técnica. Pero también es un documento de autor, aún cuando ese autor nos sea hoy desconocido. Por ello hay que tener ante él respeto, lo mismo que tenemos ante cualquier obra literaria o artística: de respeto ante los llamados “derechos de autor”. No se trata entonces de corregir la plana del proyectista ni del constructor anterior, sino considerar sus cualidades. La posición frente a este hecho es opuesta a la que hemos aprendido normalmente en las escuelas de arquitectura, en las que se nos proponían edificios totalmente nuevos. Para restaurar hay que colocarse frente a algo existente y esta posición no es fácil y requiere de un entrenamiento particular y una carrera especializada, que incluye el entender que hay que ser anónimo.

Sin embargo, aún se siguen entregando obras de restauración a profesionales exitosos pero que no tienen formación específica en patrimonio y, que por lo general, están orientados a dejar su sello en todas sus actuaciones. Las autoridades suelen encandilarse con ciertas firmas y personajes que creen que darán lustre a la intervención y que generarán atractivos y ganancias económicas al sitio de la obra. Por ello, hemos visto multiplicarse la entrega de obras de restauración a ciertos “lápices de oro” que podrán ser muy buenos en nuevos emprendimientos, pero que no tienen ideas claras sobre lo patrimonial. De todos modos, hay que decir que desgraciadamente, también hay personas formadas que optan por olvidar lo que han aprendido al verse frente a posibles encargos que serán bien pagados si agachan la cabeza.

Las autoridades responsables del patrimonio a veces no toman conciencia de lo que hacen y destruyen parte de los monumentos en aras de cuestiones poco claras en donde se junta el desconocimiento con la urgencia. Pero a veces la trampa está en las mismas bases de concursos y licitaciones, que por un lado obvian los estudios previos y por otra exigen la presencia de un “especialista en patrimonio”, pero a la hora de juzgar las propuestas admiten a un restaurador de objetos muebles que en realidad no tendrá ninguna injerencia en la toma de decisiones de obra.

Lógicamente, ni estos profesionales ni las autoridades correspondientes han tomado en cuenta lo que dicen los documentos internacionales, aún cuando sus gobiernos los hayan suscripto. Ya en 1964 la Carta de Venecia llamaba la atención en su artículo 9 sobre el asunto diciendo que el *“proceso de restauración es una operación altamente especializada”*. Normas y cartas posteriores insistieron en ello agregando que era necesaria la formación de profesionales en la orientación específica de la restauración.

Entre los primeros postulados de esa enseñanza estaba el contemplar el abordaje del trabajo, que incluía revelar el valor estético e histórico del monumento y cuya concreción debía estar precedida y seguida de estudios arqueológicos e históricos. Quienes no saben encarar una restauración casi nunca trabajan con los documentos antiguos como planos, contratos, viejas descripciones, ni con relatos o menciones literarias, a pesar de que suele haber una gran variedad de estos materiales. Tampoco acostumbran a hacer un correcto relevamiento del estado de la obra para investigar patologías y causas; a veces sólo hay planos muy generales que, gracias a las facilidades que hoy otorga la fotografía, quedan bastante complementados, pero

siempre insuficientes. Los estudios arqueológicos y las posibles comparaciones con obras del entorno o similares, o con lejanas pero de la época, son a menudo inexistentes. (fig. 1)

Las obras tienen presupuestos rígidos, fechas de entrega inamovibles y buscan el lucimiento del profesional y el comitente que, en muchas ocasiones, es una figura política. Hace más de dos décadas años que venimos insistiendo en los riesgos de prescindir de la documentación histórica y todo lo que ello acarrea. Las decisiones equivocadas en las obras, el borrado de huellas, la falta de comprensión del edificio y de sus partes componentes son algunos de esos riesgos, en los que aún caen algunos que han pretendido respetar pero que no saben cómo hacerlo.

Decíamos entonces, con respecto a las evidencias, que como nunca podemos saber cuál será el futuro de la obra que restauramos, así como no podemos intuir los sistemas de conservación del porvenir, no debemos borrar ninguna de las evidencias, aunque por el momento no las tomemos en cuenta. Estas huellas que hoy encontramos nos han servido muchas veces para tomar decisiones. Si bien actualmente un pequeño detalle no nos dice nada, tal vez dentro de pocos años, por el conocimiento de un nuevo documento o por el descubrimiento de una nueva técnica, ese pequeño detalle resulte de inapreciable valor.

Es así que será importante conservar las evidencias que el edificio nos muestra aunque hoy no las entendamos. En todo caso, si ellas no son de valor para nosotros, deberemos cubrirlas en espera de nuevas intervenciones. La existencia de testimonios ayudará al arquitecto a definir un vano o la altura de un piso, o sólo documentar un cambio de aparejo en una mampostería; no por eso deben quedar a la vista.

3. LA TIERRA TIENE SUS REGLAS

Además de tener en cuenta los postulados que rigen la restauración, es necesario conocer cuáles son las reglas intrínsecas de los materiales térreos y sus sistemas constructivos, así como sus límites físicos. En la actualidad muchos profesionales están llamando la atención sobre la necesidad de hacer estructuras antisísmicas, pero si únicamente se construyera de manera correcta, ya se obtendría un coeficiente de seguridad bastante amplio. En los últimos terremotos del norte de Chile quedó en evidencia que muchas iglesias estaban mal hechas y peor conservadas. Se habían levantado con adobe pero diseñándolas como si fueran de material cocido, con espesores demasiado delgados y con aberturas desmesuradas.

Dentro de esa ignorancia está el no saber que cada técnica -adobe, tapia, entramado- tiene sus reglas internas y necesita hasta de calidades de tierra diferentes. Que si se necesita colocar paja en los adobes, no quiere decir que se deba hacer lo mismo con la tapia, por ejemplo. Tampoco, que por tratarse de una mampostería, el adobe debe ser tratado como un ladrillo. Lo mismo podríamos decir de los revoques, el uso de cales, cementos o elementos metálicos.

A la hora de proteger obras que se restaurarán en el futuro, también es necesario conocer el material y su comportamiento, ya que los elementos que se coloquen para ello no deben ser objeto de mayores ruinas. Tampoco es prudente limpiar y descubrir estructuras cuando no se sabe qué problemas acarreará el contacto con el aire y la exposición a soles, vientos o lluvias. (Fig. 2)

El desconocimiento de cómo trabaja el material lleva a tener miedos frente a la tierra y a creer que cualquier cosa que se haga con ella necesitará de duros refuerzos. Y el mismo miedo de enfrentarse con lo desconocido lleva a muchos profesionales a no pedir asesoramiento. Entonces, en tren de resguardarse, usan técnicas incorrectas

para la intervención, mezclan materiales e insertan elementos muy extraños que debilitan el conjunto en vez de reforzarlo. Como no conocen las leyes propias del sistema constructivo, no las respetan. No saben manejar los coeficientes de elasticidad, las uniones, expansiones y retracciones. Frente a mayores solicitaciones, es probable que estos elementos nuevos se mantengan rígidos, golpeando lo preexistente que así se disgregará. En los casos en que se introducen hierros, es probable que se oxiden bastante rápidamente, aumenten su volumen y pierdan sus cualidades estructurales. Las construcciones térreas tienen una elasticidad que les ha permitido aguantar vientos, sismos, asentamientos, ampliaciones, resintiéndose poco y unificándose con las intervenciones que el usuario incorporaba poco a poco e iba restaurando a lo largo del tiempo. Esto es algo que debe rescatarse. (Fig. 3)

En la actualidad, tanto entidades cuanto particulares, cuando ven que un revoque de barro se cae - generalmente en zona de zócalos por efectos de capilaridad- le incorporan un mortero de cal y arena (y aún reforzado con cemento) que en el primer momento da una superficie unificada que aparenta haber solucionado el problema. Claro que poco después esa capa de mortero nuevo se caerá como una costra y llevará consigo otra parte del viejo embarrado más algunos centímetros de los propios adobes. Cada repetición del proceso deteriorará más la pared, no llegando nunca a tener definitivo remedio.

Con este agregado de materiales incompatibles se abre la posibilidad de rápidos deterioros apenas finalizada la obra. La unión entre lo viejo y lo nuevo genera pronto una grieta. Lo mismo sucede en cualquiera de las situaciones de encuentro de diferentes materiales y en el de uniones entre muros, y entre éstos y el techo o el piso. No hay que olvidar que revocar con materiales impermeables termina no dejando respirar a los muros. Y que además, el cubrimiento de las fallas pequeñas que van produciéndose quita la posibilidad que tiene el material tierra en el sentido de “avisar” lo que empieza a suceder bastante antes de que se llegue al colapso. No es cuestión de encubrir, sino de resolver. (Fig. 4)

Muchas veces no se estudia seriamente el caso y se agregan refuerzos en una estructura que está funcionando bien, no advirtiéndose que las rajaduras se han provocado por problemas de la cimentación, del suelo de apoyo, de vacíos provocados por terceros: hormigas, desagües rotos

Las reparticiones oficiales encargadas de las restauraciones por lo general no tienen especificaciones técnicas para el tratamiento de construcciones de tierra y aún conocen menos su comportamiento, y así optan por los materiales industriales. También es común que a posteriori de un sismo, los entes estatales decidan la demolición de estructuras que han sido dañadas, pero que podrían mantenerse con pequeños arreglos. En este caso desgraciadamente tan repetido, la incorrecta intervención del hombre produce un daño irreversible.

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Por otro lado, cuando se hacen presupuestos de restauración, los precios de obra y la relación de los profesionales con ella se terminan el día que se entrega la obra terminada. Sin embargo, sería necesario presupuestar cuánto costará el mantenimiento por cinco o diez años, inclusive sería conducente que ese mantenimiento fuera responsabilidad de la misma empresa. Así el comitente sabrá lo que deberá pagar en total. Esta falta de contemplación de su mantenimiento posterior, de qué resguardos habrá que tener, de qué revisiones deberán realizarse, con qué periodicidad, cuánto costarán, impedirán tener una estimación de lo que será necesario saber para conducir la vida de la obra. En tal sentido, debería entregarse un

manual de instrucciones, como se hace con cualquier electrodoméstico o aparato, anotando las revisiones y cuidados habituales y periódicos, pero también lo extraordinario que debe hacerse después de un sismo, una inundación, una nevada, un ciclón. No olvidemos lo que explica la Carta de Venecia en su artículo 4: *"Es primordial para la conservación de monumentos que estos sean mantenidos regularmente".* Las eternas insuficiencias económicas para afrontar el mantenimiento básico del edificio, sus instalaciones y el equipamiento que suele pertenecerle es un dato que debe tenerse en cuenta.

Como ello no se hace, aparecen problemas que estamos viendo que se están agravando en estos últimos tiempos. Entre ellos está el deterioro rápido que sufre el patrimonio después de la intervención, que en la mayoría de los casos es más acelerado que el que venía sufriendo por el mero paso del tiempo. No sólo porque los materiales son incompatibles, sino porque al creerse que los materiales nuevos son eternos, termina descuidándose la obra.

Otro tema es que la utilización de materiales discordantes suele ir acompañada de la irreversibilidad, es decir: de agregados que no podrán ser quitados más adelante o de demoliciones parciales que harán perder evidencias. Por ello, es de rigor tener en cuenta que todo lo que se ponga pueda sacarse más adelante y que todo lo que se quite no conlleve pérdidas irreparables.

Sin embargo, no todo está en los detalles técnicos, también hay decisiones de proyecto que afectan al patrimonio, como los usos erróneos de los espacios, que pretenden dar funciones inadecuadas o hacer caber mobiliario preparado para ámbitos de otras calidades, de mayor tamaño o que puedan soportar un uso constante.

Por esta situación hoy nos encontramos con edificios a los que se les han debido hacer -a veces más de una vez- "re-restauraciones" en las que cada intervención quita o deforma algo patrimonial. En mi país hay algunos ejemplos paradigmáticos como la Posta de Yatasto (Fig. 5) y el Fuerte de Cobos (Fig. 6), ambos en la provincia de Salta, o la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario, en la ciudad de Merlo en la provincia de San Luis. Lo paradójico es que hay presupuesto para esas repeticiones de obra, pero no para la conservación diaria futura.

En todos los países encontramos ejemplos de este tipo de actuaciones, sean los latinoamericanos, sean los ibéricos. Sin embargo, en Chile se formó la Comisión de Construcción Patrimonial el pasado 10 de junio poniéndose un especial énfasis en los temas de las técnicas tradicionales, especialmente la tierra, la piedra y la madera, además de considerar los temas sísmicos que tienen presencia constante en el país.

En este punto, se ha avanzado en las últimas décadas, aunque quienes trabajan en cuestiones estructurales deben siempre estar recordando a las autoridades y a los profesionales que hay que asumir la responsabilidad de no desacreditar al adobe en áreas sísmicas, como explica Julio Vargas a la Lista Proterra el 7 de agosto de 2009. Porque las fisuras que se ven después de un temblor pueden deberse a la conexión de dos materiales diferentes como la tierra y los refuerzos de hormigón armado. Sólo las diferencias de dilatación por temperatura, o la diferencia entre la contracción de secado de la tierra y la de la retracción de fragua en los elementos cementicios, generan esas grietas. Pero, lo más preocupante es la incompatibilidad de dureza y rigidez entre los materiales mencionados, que tendrán no sólo que vibrar juntos, sino que serán sacudidos desmesuradamente cuando ocurra un sismo fuerte. El más fuerte obviamente dañará al más débil, concluye.

Tampoco se atiende al artículo 16 de la Carta de Venecia en el sentido de que en *"todo trabajo de preservación, restauración o excavación, debe existir la documentación precisa en forma de reportes analíticos o críticos, ilustrados con gráficas o fotos. Cada parte del trabajo de despeje, consolidación, reorganización o integración, como también las características técnicas y formales identificadas durante el transcurso del trabajo, se debe incluir. Estos registros se deben colocar en los archivos de una institución pública y encontrarse disponibles a los estudiosos del tema. Se recomienda que se publique el reporte"*. Porque no se atiende la documentación previa, como ya hemos visto, pero tampoco se aprovechan las ocasiones para mostrar la obra en sus etapas de trabajo. Algo más está consiguiéndose con la publicación final de las tareas realizadas, aunque no siempre se cumple ni cubre los detalles técnicos que serían deseables.

Aunque no todo está mal, ni se hay hecho de manera incorrecta en el pasado. Hay buenísimos ejemplos en varios de nuestros países, algunos de ellos con un importante trabajo de investigación que los sustenta y que, inclusive, les ha valido premios internacionales. En otros casos, los responsables directos de las obras han debido luchar con las autoridades políticas que pretendían inauguraciones rápidas o soluciones técnicas inadecuadas. Si ellos van ganando esa batalla, todos los demás podemos tomar su ejemplo para salir adelante.

5. PROPUESTAS

Estimamos que este asunto debe ser objeto de atención con cierta urgencia, antes de que tengamos que lamentar nuevas pérdidas patrimoniales. Por ello recomendamos tener en cuenta los siguientes puntos:

- La necesidad de formarse en restauración
- La exigencia de incorporar especialistas en las obras patrimoniales
- La importancia de planear las etapas de investigación histórica y de evidencias
- La consideración del mantenimiento en la gestión y en los presupuestos
- El conocimiento de las propiedades y los límites de materiales y técnicas
- El conocimiento de los sistemas constructivos tradicionales de cada lugar

Curriculo

Graciela María Viñuales, Buenos Aires, 1940, arquitecta, Universidad de Buenos Aires. Doctora en Arquitectura, Universidad Nacional de Tucumán. Investigadora Principal del Consejo Nacional de Investigaciones (Argentina). Docente en universidades europeas y latinoamericanas. Más de cuarenta libros y de un centenar de artículos. Fundadora del Centro de Documentación de Arquitectura Latinoamericana, CEDODAL y de su Centro Barro. Miembro de la Red Proterra.

IMÁGENES

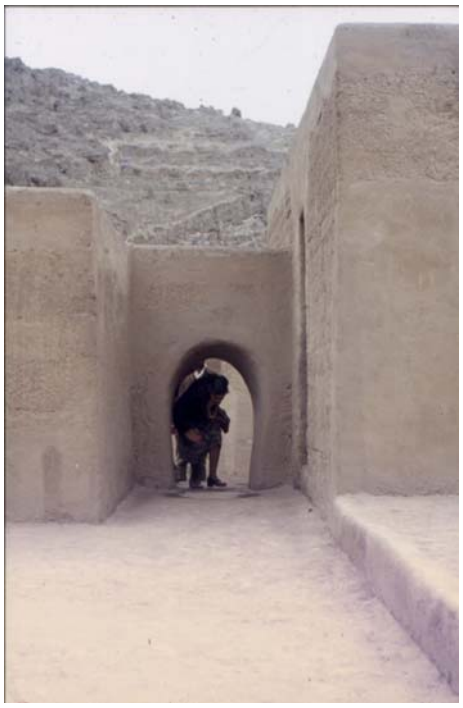


Fig. 1 - Interpretaciones erróneas en la restauración de Cajamarquilla, Perú (crédito René Mancilla, 1983)



Fig. 2. Mala protección de muros en Trinidad, Paraguay (crédito autora, 1999)



Fig. 3. Resultados de la inclusión de viga de hormigón en Chepes Viejo, La Rioja, Argentina (crédito autora, 2006)



Fig. 4. Sucesivos arreglos erróneos de revoques en Chepes Viejo, La Rioja, Argentina (crédito autora, 2006)



Fig. 5. En su enésima restauración estaba la Posta de Yatasto, Salta, Argentina (crédito Juan Pujal, 1988)



Fig. 6. Después de su última obra: Fuerte de Cobos, Salta, Argentina (crédito Equilverto Ramírez en www.panoramio.com)

CRITERIOS PARA LA CONSERVACIÓN, REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL Y PARA LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS EDIFICIOS EN ÁMBITOS DE ALTO VALOR ETNOGRÁFICO

José Luis Sáinz Guerra
Universidad de Valladolid
Avda. de Salamanca s/n, 47014 Valladolid, España
Tef: (0034) 983.184940; jlsainzg@ana.uva.es

Félix Jové Sandoval
Universidad de Valladolid
Avda. de Salamanca s/n, 47014 Valladolid, España
Tef: (0034) 983.423478; fjove@arq.uva.es

Alicia Sáinz Esteban
C/ San Agustín nº 2, 47003 Valladolid, España
Tef: (0034) 662.085.506; saestal@hotmail.com

Mónica del Río Muñoz
C/ Camilo José Cela, Cuellar, Segovia
Tf. (0034) 606.586.378; monicha18@hotmail.com

Tema 2: Patrimonio y Conservación
Palabras clave: Criterios de Conservación de Arquitectura Tradicional, Rehabilitación de Arquitectura Tradicional, Nueva Construcción en áreas de alto valor etnográfico.

Resumen
La presente comunicación surge como consecuencia del encargo de realizar un Cuaderno Técnico a un equipo de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid sobre la Arquitectura Tradicional en nuestra región, en Castilla y León, España. Dicho Cuaderno Técnico contendrá recomendaciones para la conservación y rehabilitación de edificios de Arquitectura Tradicional, y al mismo tiempo recomendaciones para la construcción de edificios de nueva construcción en ámbitos de alto valor arquitectónico de Arquitectura Tradicional.

La región de Castilla y León posee una gran diversidad territorial, lo que da lugar a diferentes comarcas, con identidades arquitectónicas muy diferentes. Materiales, técnicas de construcción, ocupación del espacio y relación de los edificios con el territorio circundante, lo que es preciso considerar a la hora de rehabilitar. Al mismo tiempo, esa diversidad se está perdiendo por la uniformización de todos los sistemas constructivos.

Por otro lado es necesario resaltar la cuestión de la actitud del arquitecto frente a la Arquitectura Tradicional. La arquitectura de los pueblos, del espacio rural, hay que entenderla como un lenguaje, que es menester comprender y hablar. En la actualidad, en nuestros pueblos se hablan cada vez más lenguajes, junto a la arquitectura del lugar se han añadido las arquitecturas de todo el mundo, junto a la arquitectura autóctona, ha aparecido la arquitectura foránea, junto al palomar o el chozo del pastor, ha aparecido el chalé alpino prefabricado o la arquitectura californiana, que domina en las series de televisión. Es menester limitar el vocabulario, controlar los estilos en las áreas de alto valor etnográfico. Hay que tener una actitud doble hacia la Arquitectura Tradicional, que comporte por un lado respetar sus leyes, pero por otro hay que volverla a la vida, usándola y haciéndola progresar.

1. INTRODUCCIÓN

La Arquitectura Tradicional de nuestra región, Castilla y León, está circunscrita a una época y a un espacio concreto, está relacionada con una sociedad y un territorio. Existe en algunos

estudios una imprecisión sobre las fechas de esta arquitectura, atribuyéndola una cierta intemporalidad. Sin embargo es necesario señalar que se trata de una arquitectura que tiene vigencia durante un largo periodo de tiempo, es producida por una sociedad rural, y tiene un marcado carácter agrícola y ganadero. Esta arquitectura ha pervivido hasta mediados del siglo pasado, y es a partir de entonces cuando la sociedad rural tradicional cae en una decadencia completa, al generalizarse la industrialización en todo el territorio. Se inician entonces profundos cambios en la estructura social y la arquitectura acompaña a esos cambios. Se puede decir que la Arquitectura Tradicional es un concepto que habla de una arquitectura del pasado, que ha dejado ya de producirse. Pero al mismo tiempo dentro de lo que llamamos Arquitectura Tradicional, hay muchas arquitecturas diferentes. A lo largo del tiempo, la Arquitectura Tradicional ha evolucionado, iniciándose con modelos muy primitivos y toscos y concluyendo con ejemplos muy sofisticados. Son, a veces, identificables sus distintos periodos de evolución. Conviene señalar que bajo ese nombre genérico de Arquitectura Tradicional, se incluyen conjuntos de objetos distintos, que hay que separar en grupos y que habrán de recibir un tratamiento diferenciado. Es un universo complejo.

2. EL PROBLEMA DE LA CONSERVACIÓN DE LA ARQUITETURA TRADICIONAL

La Arquitectura Tradicional se encuentra hoy en día en nuestra región ante problemas muy importantes, que se caracterizan por:

a) La ausencia de técnicos (albañiles, artesanos, etc.) que conozcan las técnicas específicas de la Arquitectura Tradicional. Como consecuencia hay un desconocimiento de la tradición constructiva usada por muchas de las edificaciones populares.
b) La aparición de una nueva arquitectura, con nuevos materiales industrializados, que rompe con el espacio tradicional y que es enteramente diferente a la que existió y caracterizó ese espacio en el pasado.
c) La ausencia de criterios entre los técnicos a la hora de abordar la rehabilitación y la nueva construcción de la Arquitectura Tradicional

La necesidad de proveer de instrumentos para resolver esos problemas es lo que justifica el Cuaderno Técnico.

3. LA CONSERVACIÓN, LA REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL Y LA NUEVA EDIFICACIÓN EN ENTORNOS DE GRAN VALOR ETNOGRÁFICO

El trabajo tiene por objetivo la elaboración de una serie de recomendaciones para la conservación, la rehabilitación de edificios o espacios de la Arquitectura Tradicional. Así mismo se trata de responder a los problemas que plantea la nueva construcción en ámbitos en los que exista Arquitectura Tradicional de gran valor en el medio rural de nuestra región.

En muchos casos tenemos en nuestros núcleos urbanos edificaciones tradicionales en mal estado, que requieren de una intervención de conservación y rehabilitación cuidadosa. Palomares, hórreos, paneras, casas de labradores y sus elementos anejos, con sus edificaciones de tipo productivo o humildes viviendas de braceros agrícolas. La elaboración de unos consejos básicos de inmediata aplicabilidad para la conservación de dicha arquitectura con sus mismas técnicas constructivas es el objetivo de este trabajo.

A su vez, es necesario elaborar recomendaciones para la construcción de nuevos edificios en entornos que tienen un alto valor arquitectónico de carácter etnográfico. En esos casos se trata de dar los consejos apropiados para que la nueva edificación respete el lugar, sin deteriorarlo o destruirlo. En este caso se trata de favorecer edificaciones que tengan un aspecto externo adecuado, que respete el lugar y no destruya lo valioso de ese espacio.

3.1 Los criterios

Los criterios a la hora de redactar el texto son los siguientes:

a) Se redactará un texto, que sirva de ayuda para la conservación y la rehabilitación de la Arquitectura Tradicional existente,
b) Así mismo se requieren criterios que ayuden en la nueva construcción, en áreas de valor etnográfico.
c) Se dirigirán las recomendaciones a los responsables de dirigir los municipios, propietarios de inmuebles, trabajadores de la construcción (albañiles, capataces) y técnicos (aparejadores, arquitectos) que habitualmente realizan las obras de rehabilitación y nueva construcción en nuestros pueblos.
d) Las propuestas y recomendaciones, además de atender a las cuestiones de las invariantes de la Arquitectura Tradicional, se atendrán a los principios de economía, solvencia técnica y eficiencia.
e) Se realizarán recomendaciones de carácter general y particular, huyendo de las declaraciones dogmáticas, orientando la acción del que construye, si bien sin pretender sustituir la intervención del técnico o del especialista.
f) Se pretende abarcar una amplia panorámica sobre los problemas más habituales que se presentan en la rehabilitación y la obra nueva en Arquitectura Tradicional.

4. LOS TEMAS DEL CUADERNO

Se divide el trabajo en grandes temas, que se abordan como bloques temáticos, de los que saldrán posteriormente otros, derivados de los primeros.

a) El espacio urbano y rural. El concepto de “Lugar”.
b) La inserción del edificio en el espacio. La relación del edificio con el entorno.
c) Los materiales autóctonos y la conformación de una arquitectura ligada a los materiales de la zona.
d) Los sistemas de construcción tradicionales. Recuperación de las técnicas tradicionales a la hora de rehabilitar viejas construcciones.
e) Nuevos problemas, nuevos materiales y nuevas soluciones.

5. EL ESPACIO URBANO Y RURAL. EL CONCEPTO DE “LUGAR”

La Arquitectura Tradicional posee una relación muy estrecha con el espacio que le rodea. La disposición de los elementos en el medio rural es uno de los aspectos primeros a tener en cuenta a la hora de rehabilitar, con el objeto de respetar la relación con el entorno. El concepto básico de este apartado es el de “Lugar”. El lugar ha sido definido por numerosos autores, y es el eje para intervenir respetuosamente en un determinado espacio. El análisis del lugar, las referencias históricas, la definición del espacio desde el punto de vista cultural. La referencia estrictamente física, del tamaño, la altura, el dominio de unos elementos sobre los otros, por ser más grandes, por ser más altos, por ser más centrales Se trata de un juego de tamaños y de colocación, posición, delante y detrás, frente y espalda, lugar central y periférico. Será necesario definir las características espaciales del lugar: espacio llano o accidentado, planicie o montaña. Interviene también la orientación, y como consecuencia el soleamiento. También es esencial la presencia de elementos geográficos de importancia: cursos de agua, montículos, cuevas, etc. El lugar tiene una magia, una sutilidad, que no es posible soslayar. Hay que entender el lugar. No entenderlo significa no saber leer sus claves, no comprender el vocabulario. Intervenir en un espacio sin entenderlo, significa destruirlo.

5.1 La historia del lugar

El “Lugar” está enriquecido por los hechos que en él han tenido lugar. De esa manera hay un significado histórico del lugar, acontecimientos de interés acontecidos en ese espacio, que tienen trascendencia para la sociedad. Habrá lógicamente elementos que identifican o describen o son testimonio de los sucesos que le dan significado al lugar, las huellas. Habrá que identificar la presencia de las huellas del pasado (como por ejemplo murallas o calles de ronda que recuerdan la presencia de la muralla aunque ésta haya desaparecido), señales, ruinas, memoriales o monumentos que hacen referencia a algún suceso histórico.

5.2 Las características de dominio y de subordinación en el espacio

Todo espacio tiene un orden, en el que hay elementos que dominan y otros que son subordinados. El castillo es el ejemplo más sencillo de la urbanística tradicional, donde se pone de manifiesto que un edificio, por su tamaño, por su posición defensiva, dominaba el conjunto del espacio. La construcción de un nuevo edificio de mayor tamaño que el castillo y en su proximidad, rompe el espacio, trastoca todo el orden tradicional. El castillo habitualmente domina el espacio desde un alto, es el edificio más grande del pueblo y es o ha sido el más duradero. Los demás edificios han estado subordinados al castillo desde el punto de vista social y desde el punto de vista del tamaño. Definir esas relaciones de dominio y subordinación, y respetarlas, comporta, a veces, tomar decisiones sobre el emplazamiento de grandes edificios (un gran silo de grano, por ejemplo), ubicándolo en otra zona, lejos de las visuales del castillo, para que no haya competencia entre ellos.

6. LA INSERCIÓN DEL EDIFICIO EN EL ENTORNO

El edificio se relaciona con su entorno por medio de varios elementos, en unos casos se trata de una relación en la que prima la presencia externa de los objetos, las fachadas, en otros son las relaciones internas las que prevalecen, como la relación entre los elementos que componen el tejido urbano.

6.1 El tejido urbano

¿Cómo es el tejido urbano? El tejido urbano está definido por el conjunto de elementos (parcelas, manzanas y calles), que definen una determinada porción de la ciudad o del pueblo. ¿Qué parcelas, qué manzanas y qué calles configuran el tejido del lugar? En otras palabras, ¿qué tamaños y formas de parcelas, manzanas y calles definen el tejido? El término tejido hace referencia a una trama, a unos hilos que están entrelazados de una forma determinada. El término tejido hace referencia a la textura, al grano, a la variedad o a la uniformidad, y también al límite, a la costura. El tejido tiene una dirección, tiene una espacialidad, tiene una geometría diferente en cada dirección del espacio. Actuar sobre áreas con tejidos muy definidos y precisos requiere respetar las leyes de la formación de los tejidos. Cada tejido tiene sus propias leyes, cada tejido posee un cierto aguante de transformación sin romperse. En algunas circunstancias será perfectamente válido aumentar una altura en toda la edificación, sin que esta transformación comporte la destrucción irreparable del espacio. En otras, no podremos transformar la parcela, ensanchar la calle, sin romper el tejido. Eso dependerá de la capacidad de transformación del tejido.

Si a un determinado trozo de tejido urbano le añadimos un edificio singular, un equipamiento, (una iglesia, un ayuntamiento) tendremos ya otra cosa, tendremos una aldea, un pueblo, un barrio.

6.2 El tipo edificatorio

La edificación tradicional está organizada por medio de tipos arquitectónicos, que se repiten según la época y el lugar. Los tipos arquitectónicos recogen una tradición constructiva, que se repite en una zona, de manera que con determinados elementos de construcción (muros, vigas, cubiertas) definen espacios que son utilizados para usos determinados. La casa, la

cuadra, el molino, la panera, son tipos que se repiten y que están relacionados con la parcela, la calle y la manzana. El tipo edificatorio está relacionado con la morfología urbana, lo que viene a significar que determinados tipos arquitectónicos se encuentran en determinados tejidos urbanos. La historia de cada lugar ha producido unos tipos arquitectónicos y una forma urbana y una específica relación entre ellas. La intervención en un tejido urbano requiere del respeto de dicha relación. A su vez, esa relación es más flexible en unos casos y más rígida en otros. Eso significa que en algunos tejidos particularmente bien conservados, en los cuales la relación tipología/morfología se conserve bien, será menester construir los nuevos edificios ateniéndose rígidamente a esa relación. Por el contrario, habrá otros casos en los que dicha relación sea más flexible y abierta y permita tamaños y escalas diferentes.

7. LOS MATERIALES AUTÓCTONOS

Los materiales de construcción determinan la Arquitectura Tradicional. No es posible concebir las diferentes arquitecturas de la región con materiales distintos a los autóctonos. Y es muy difícil conservar dicha arquitectura utilizando otros materiales. Al mismo tiempo, una de las degradaciones primeras de esa arquitectura es la invasión de materiales foráneos y uniformizados o industrializados.

7.1 Los materiales de construcción

Las comarcas que utilizamos en este trabajo, y su delimitación, tienen su origen en la comarcalización de la Junta de Castilla y León. Es muy evidente que la arquitectura tradicional se diferencia en cada área en función de los materiales que la naturaleza ofrece al constructor, al habitante. Para este trabajo necesitamos establecer las áreas en las cuales los materiales son diferentes, áreas definidas por la homogeneidad del uso de los materiales. En el interior de esas comarcas, donde predominan unos materiales determinados, como el barro o la piedra, las recomendaciones que hagamos tengan validez en todo su área. De forma general podemos definir tres grandes áreas, se caracterizan por la utilización de materiales de construcción específicos, utilizados de forma especial en cada zona. Hay una especificidad en la utilización de los materiales, que es preciso conservar. Para ello es menester definir los materiales en cada área y la manera de usarlos. Esas tres grandes áreas son la Montaña Norte y Nordeste de Castilla y León, la zona Central y finalmente, la Montaña del Sur y Este de Castilla y León. Dentro de cada una de las zonas se irán distinguiendo subáreas, cuando éstas tengan una mayor especificidad en el uso de los materiales.



Fig. 1. Distribución territorial de la arquitectura de piedra

7.2 Comarcas y materiales

En la zona de la Montaña Norte y Nordeste el material más abundante de construcción es la piedra (Fig. 1). Los edificios utilizan frecuentemente la piedra de mampostería, con barro o

con cal y arena para la formación de los muros y las paredes exteriores (Fig. 2). En las cercas de los huertos o en los corrales de ovejas se utilizan muretes de mampuesto en seco, sin utilizar argamasa. La piedra arenisca se mezcla con pizarra en algunos casos, formando muros de gran belleza. En el interior las divisiones se realizan con madera, entramado de mimbre recubierto de barro y paja.

En las comarcas de la Montaña Sur y Este, la piedra es también el material más utilizado para la construcción. La piedra que se utiliza frecuentemente es el granito, que es muy abundante. El granito acepta bien la labra y son frecuentes los muros de sillería y de sillarejo. Es también usual el muro de mampuesto, con un trabajo más sencillo, centrado en la elección de la cara más lisa, más que en la talla de la piedra.



Fig. 2. Casa de piedra en Camporredondo, provincia de Palencia

En las zonas centrales el material más abundante es la tierra, que se combina con otros, como el ladrillo, la piedra y la madera (Fig. 3). La piedra y el ladrillo van adquiriendo más importancia según nos alejamos del centro de la región, que podríamos fijar en Tierra de Campos, donde domina la tierra. El tipo de construcción con barro tiene dos grandes variantes: el tapial y el adobe. Ambos sistemas de construcción son de gran antigüedad, existiendo adobes en la zona de la época prerromana, como por ejemplo en los yacimientos de Pintia, junto a Peñafiel, provincia de Valladolid, donde se han encontrado adobes que se diferencian muy poco de los actuales. El adobe se utiliza profusamente en las edificaciones más humildes y en las de los ricos, siendo un material extremadamente versátil (Fig. 4).





Fig. 3. Distribución territorial de la arquitectura de tierra
Fig. 4. Palomar en Villarrín de Campos, provincia de Zamora

La fabricación del tapial es igualmente antigua, y se basa, como es bien sabido, en la formación de tapias de barro, apisonado entre dos tablas. Con el apisonamiento se produce la extracción de todo el aire de la tierra, otorgándola dureza y estabilidad. La tierra se compacta al apisonarla por medio del pisón, una pieza de madera con un mango, con la que se golpea la tierra para compactarla. Apisonada la tierra de ese modo entre dos elementos de madera, se forma el tapial. El tapial normalmente se protege en su exterior por medio de revestimientos como la cal, que mejora sustancialmente su durabilidad.

El otro material que es preciso nombrar es la madera, muy frecuente en toda la región. Sin embargo, en la zona central la madera en menos abundante y de peor calidad, siendo el pino el más frecuente, si bien se encuentra también el abedul y el chopo. Por el contrario, en las zonas de la montaña, al norte y al sur de la región, encontramos maderas de gran calidad, como el roble, el castaño y otros menos frecuentes, como los alerces y los abetos.

El problema de los materiales es que proceden (a veces hay utilizar estos términos en pasado, y hay que decir que procedían, pues ya no se extraen o fabrican) de determinados lugares, minas, canteras, fábricas, que se encuentran en la zona. La facilidad del transporte y la ausencia de fábricas o productores locales ha dado lugar a la pérdida del material específico y a la utilización de productos industriales, iguales para todos los lugares, que unifican y descaracterizan a esta arquitectura. En necesario utilizar materiales de la propia comarca o de zonas próximas a la zona donde se ubique el edificio. Es necesario elegir entre los materiales de construcción oriundos, si bien esto no es posible en todos los casos, por el abandono de la población rural y la emigración a las ciudades en el siglo pasado, lo que ha dado lugar al abandono de producción de materiales de construcción, de la misma manera que se ha abandonado la utilización de las técnicas constructivas. Además de lo dicho, es necesario añadir otros motivos, para recomendar la utilización de materiales de construcción de la zona, como son el favorecer los oficios locales, desarrollar pequeñas industrias de extracción o manufactura de materiales y obtener gamas de colores propios.

Un material de enorme importancia en la zona central de la región es el ladrillo (Fig. 5). Sin lugar a dudas el ladrillo se utilizó profusamente en las zonas del sur de la provincia de Valladolid, norte de Avila y este de Zamora y Salamanca, a causa de la falta de piedra y la abundancia de barro de buena calidad y material combustible abundante, árboles como el pino, y residuos de la labranza, como la paja y el sarmiento. La abundancia de estos combustibles contribuyó a la presencia de una arquitectura de enorme valor. El ladrillo, como material costoso y duradero, se utilizaba en las fachadas, con mezcla de otros materiales a los que acompañaba o complementaba. Es muy valiosa la variedad de aparejos existente en esas zonas y la diversidad de ornamentaciones a las que se presta (Fig. 6).



Fig. 5. La arquitectura del ladrillo



Fig. 6. Edificio de piedra, ladrillo y madera en Pedrosa del Rey, provincia de Valladolid.

7.3 Los materiales de cubierta

Las cubiertas de la edificación son de varios tipos: teja árabe, que domina en todo el centro de la región, la teja de pizarra, que se encuentra en las áreas montañosas del norte y sur de la región, y las cubiertas vegetales, que tuvieron una gran importancia en áreas montañosas dedicadas al pastoreo, pero que hoy han desaparecido casi por completo. La elección de cada uno de estos sistemas dependerá de la zona, del uso de la edificación y de su presupuesto. Otros sistemas modernos de cubrición, no son recomendables, pues rompen con la tradición arquitectónica. Se plantea la necesidad de recuperar la cubierta vegetal allá donde se utilizó profusamente, con la elaboración de propuestas y recomendaciones técnicas que cumplan los principios de tradición, economía y eficiencia técnica.

Las duras condiciones climáticas exigen una consideración muy especial en la elección de materiales y en los sistemas constructivos a utilizar. El clima en toda la región es a la vez extremo, con cambios bruscos de temperatura, estacionales y diarias, y cambios bruscos en el contendido del agua en el aire, seco o húmedo, según las fechas; la heladicidad del agua infiltrada produce el resquebrajamiento de los materiales. Por ello es imprescindible la colocación de elementos como los zócalos de piedra, ladrillo u hormigón.

En relación a los materiales hay que señalar que en España ha sido publicado la Ley de la Edificación, lo que supone un gran problema para usar legalmente, y en consecuencia sin problemas legales ulteriores, los materiales de la Arquitectura Tradicional, materiales que no se encuentran homologados. Esta nueva reglamentación, al exigir unas garantías, un comportamiento y una resistencia mínimas frente a determinadas solicitaciones (agua, fuego, cargas), favorece el abandono definitivo de los materiales tradicionales. Por ello es necesario, en este sentido, establecer los caminos para mantener estos materiales en vigor, los tipos de pruebas y los laboratorios que han de hacerlas para obtener su homologación.

8. NUEVOS PROBLEMAS, NUEVOS MATERIALES, NUEVAS SOLUCIONES

Es destacable la transformación de la sociedad rural actual. La evolución social ha supuesto la aparición de nuevos problemas: los nuevos materiales, los nuevos requerimientos o demandas de la sociedad a la arquitectura, y la aparición de una diversidad de formas que tienen su origen en la globalización. No es raro ver en nuestros pueblos de hoy las formas más exóticas, incorporadas a nuestro paisaje con normalidad. Modelos arquitectónicos trasmitidos por la televisión, que vienen del Tirol o de Los Angeles han irrumpido en el paisaje rural.

Los nuevos materiales que se encuentran en la actualidad en el mercado, a disposición de

los constructores, han de ser utilizados con sumo cuidado, especialmente en la rehabilitación de los edificios de Arquitectura Tradicional. Estos han de ser compatibles con los existentes, desde un punto de vista físico. Véase el caso del cemento utilizado mal tantas veces para cubrir muros de adobe. La mayor rigidez del cemento y su menor permeabilidad al vapor, provoca que finalmente se separe del adobe y produzca humedades internas que dañan su consistencia, produciendo más daño que beneficio. Las vigas de madera se han sustituido a veces por vigas de hierro, con una funcionalidad estructural similar, pero no con el mismo resultado. Sí, es básico respetar el sistema de funcionamiento estructural del edificio. Sin embargo hay que señalar que muchas veces el hierro como material posee un comportamiento muy distinto, con dilataciones muy superiores a las de la madera, lo que provoca movimientos de las estructuras de los apoyos. Es preferible utilizar vigas de madera moderna, sustituyendo la viga dañada por otra nueva.

8.1 La Arquitectura Tradicional como lenguaje

La Arquitectura Tradicional es como un lenguaje arquitectónico, que hasta la industrialización era el único que se hablaba en los pueblos. En cada comarca, en cada valle se hablaba un lenguaje, y en áreas algo alejadas el lenguaje variaba ligeramente al modificarse los materiales predominates o los usos. En la actualidad el lenguaje arquitectónico puro que se hablaba en los pueblos ha experimentado la contaminación de nuevos términos, se ha mezclado con nuevos lenguajes, y muchas veces ha sido desplazado por los nuevos. Es importante conservar el lenguaje arquitectónico tradicional de la comarca, conviene mantener ese lenguaje protegido de las contaminaciones más empobrecedoras. Pero al mismo tiempo no es conveniente impedir que evolucione. Es pues necesario promover la conservación de nuestra Arquitectura Tradicional, según sus signos de identidad en cada comarca, y al mismo tiempo es menester potenciar un proceso de adaptación del lenguaje arquitectónico tradicional a los nuevos requerimientos, a las nuevas demandas, que lo hagan mantenerse vivo.

Las nuevas soluciones a los nuevos problemas han de dar lugar a la evolución de la arquitectura. Con similares materiales se tienen que resolver los problemas y demandas nuevos, de la nueva sociedad. No es posible reproducir de forma idéntica la arquitectura del pasado. Hay que satisfacer necesidades nuevas, lo que requiere nuevas soluciones. No es rechazable esa evolución, ya que mantendrá viva nuestra Arquitectura Tradicional.

CONCLUSIONES

En función de la gran extensión del territorio de Castilla y León las recomendaciones para la conservación y rehabilitación de Arquitectura Tradicional y la nueva construcción en áreas de gran valor etnográfico comporta la identificación de las características arquitectónicas en cada comarca.

La Arquitectura Tradicional se caracteriza por edificios construidos para resolver una necesidad inmediata, paneras, pajares, molinos, etc. con materiales obtenidos en su entorno inmediato, lo que dio lugar a una arquitectura muy vinculada a los materiales autóctonos. Ya sea con el objeto de rehabilitar, ya sea para la nueva construcción, es preciso respetar el uso de esos materiales propios de la zona, e impedir la incorporación de nuevos materiales que rompan con el pasado.

Una característica propia de la Arquitectura Tradicional es que se usaban materiales humildes, de corta duración y calidad acorde con el uso y la situación económica del labrador (adobes de tierra, vigas de madera, piedras mampuestas, ladrillo, etc.). Las intervenciones actuales tienen un campo muy importante en la mejora de esos materiales autóctonos y en la reducción de la rápida degradación que sufrían esos materiales. Un línea de investigación extraordinariamente productiva es la mejora de los materiales tradicionales,

evitando su sustitución por otros inadecuados. Véase el caso del BTC, de extraordinarios resultados.

En suma, la tarea es la de conservar lo existente, rehabilitando con los materiales y las técnicas propias del lugar y, al mismo tiempo, hacer evolucionar la arquitectura, mejorándola, de manera que responda a los nuevos requerimientos, mejore sus características y no rompa con el pasado.

BIBLIOGRAFÍA

Brandi, Cesare (1988). *Teoría de la restauración*. Ed. Alianza. Madrid.

Caniggia, Maffei (1995). Tipología de la edificación: la estructura del espacio antrópico. Celeste. Madrid.

Ponga Mayo, J.C. y Rodríguez Rodríguez, M.A. (2000). *Arquitectura popular en las comarcas de Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Valladolid.

Hoyos, N. (1959). *La casa tradicional en España.* Madrid.

Moya, L. (1988). Morfología y tipología de los núcleos rurales de la provincia de Valladolid. *Urbanismo COAM.* Madrid. Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 80-88.
Tessenow, Heinrich: Osservazioni elementari sul costruire. Milán, 1974.

Vegas, F. y Mileto, C. (2007). *Renovar conservando. Manual para la restauración de la arquitectura rural del Rincón de Ademuz.* Valencia.

Curriculos

José Luis Sáinz Guerra. Dr. Arquitecto. Profesor de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Escuela T.S. de Arquitectura de Valladolid. Profesor del Master de Restauración de la Universidad de Valladolid. Autor de numerosos libros y artículos sobre patrimonio y conservación del patrimonio rural. Director de la Cátedra UNESCO Patrimonio, Restauración y Hábitat. Miembro del Grupo Tierra de la Universidad de Valladolid. Organizador del “Congreso de Tierra. Tradición e Innovación”, de Cuenca de Campos.

Felíx Jové Sandoval. Dr. Arquitecto. Profesor de Construcciones Arquitectónicas de la Escuela T.S. de Arquitectura de Valladolid. Autor de libros y artículos sobre el tema de viviendas excavadas. Co-director de la Cátedra UNESCO Patrimonio, Restauración y Hábitat. Miembro del Grupo Tierra de la Universidad de Valladolid. Organizador del “Congreso de Tierra. Tradición e Innovación”, de Cuenca de Campos.

Alicia Sáinz Esteban. Arquitecta. Ha presentado comunicaciones en congresos de Arquitectura en Tierra, como el de Cuenca de Campos, 2007 y 2009, AEGEE SuFu de Arquitectura Sostenible, Madrid 2009 y Lisboa-RIPAM-2009. Ha colaborado en proyectos de inventariado del Patrimonio Industrial y Etnográfico en Castilla y León.

Mónica del Río. Arquitecta. Comunicaciones en congresos de Arquitectura en Tierra, Cuenca de Campos 2007 y 2009 y AEGEE SuFu de Arquitectura Sostenible, Madrid 2009. Ha colaborado en proyectos de inventariado del Patrimonio Industrial y Etnográfico en Castilla y León.

FICHAS DE INVENTÁRIO: SICG (SISTEMA INTEGRADO DE CONHECIMENTO E GESTÃO) DO IPHAN – ESTUDO DE CASO EM PATRIMÔNIO RURAL

Sandra Cristina Fernandes Martins
Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio, CEUNSP
Tel (+55) 19 32332546
E-mail:sancfm@terra.com.br

João Adriano Rossignollo
Escola Engenharia São Carlos EESC - USP
Tel (+55) 16 33739291
E-mail: j.a.rossignolo@gmail.com

Tema 2: Patrimônio e Conservação
Palavras-chave: Fichas de inventário, IPHAN-SICG, Arquitetura rural brasileira.

Resumo
O patrimônio rural da cidade de Campinas tem em sua configuração técnicas construtivas em que se utiliza a terra. A partir da segunda metade do século XIX impulsionada pela expansão da economia cafeeira e pela riqueza acumulada pelo açúcar, a cidade tornou-se detentora de uma vasta área com fazendas rurais, inseridas na atual malha urbana. Podemos explanar que a conservação da arquitetura e das construções em terra, foi um dos temas discutidos no I Fórum Nacional do Patrimônio Cultural de 2009, realizado em Ouro Preto, Minas Gerais. As construções em terra estão presentes na maioria das edificações rurais e para se conceituar o patrimônio cultural rural é preciso reconhecer e valorizar todos os elementos naturais e constituídos quanto às técnicas, às crenças, os costumes e o saber fazer do meio rural. Muitos modelos de gestão para preservação do patrimônio estão em uso, mas o modelo SICG do IPHAN apresenta novidades. O objetivo deste artigo é apresentar o modelo de gestão SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão) do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) do Brasil com seus modelos de fichas de inventário de patrimônios históricos e através da análise de uma ficha de inventário contribuir para o questionamento de métodos de proteção e conservação. Saber reconhecer o valor patrimonial das técnicas construtivas da arquitetura rural da terra roxa (região de Campinas) na qual predominam as taipas e outras técnicas nos fará delimitar um justo lugar no valor de memória do patrimônio. A metodologia tem como base o estudo da arquitetura rural, além da análise das fichas de inventário do SICG (1). A documentação pesquisada inclui textos, fichas, mapas, assim como material gráfico e iconográfico. Tomamos como objeto de análise o estudo de caso da fazenda de café Mato Dentro em Campinas que possui casa-sede, capela e tulha tombadas pelo Condephaat e pelo Condepacc órgãos estaduais e municipais respectivamente de proteção do patrimônio cultural. Com grande relevância para a cidade devido seu contexto na história campineira. Tem várias técnicas construtivas tais como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos, a alvenaria de pedra, o ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal. Sendo assim, questionamentos se formaram devido à inovação do assunto e a idéia de utilização de uma tecnologia eficaz.

1. INTRODUÇÃO

Em 2009, durante o I Fórum Nacional do Patrimônio Cultural, em Ouro Preto, no estado de Minas Gerais, realizado pelo IPHAN discutiu-se sobre os desafios, as estratégias e experiências de uma nova gestão para o patrimônio cultural brasileiro.

Dentre vários assuntos abordados foi discutido e distribuído a publicação do manual do Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG) que é uma ferramenta de apoio para a gestão e proteção do patrimônio cultural desenvolvido para reunir um amplo e diversificado conjunto de informações referentes às cidades históricas brasileiras.

Esse instrumento tem o objetivo de integrar dados sobre o patrimônio cultural, com foco nos bens de natureza material, reunindo em uma base única informações sobre cidades históricas, bens móveis e integrados, edificações, paisagens, arqueologia, patrimônio ferroviário, conjuntos rurais e outras ocorrências do patrimônio cultural no Brasil.

O SICG é constituído por um conjunto de fichas agrupadas em três módulos: Conhecimento, Gestão e Cadastro. Cada Módulo corresponde a uma esfera de abordagem do patrimônio cultural e possui fichas estruturadas para a captura e organização de informações conforme o objetivo do estudo ou inventário. Os módulos foram idealizados para permitir uma abordagem ampla do patrimônio cultural, partindo do geral para o especifico, com recortes temáticos e territoriais, e possibilitando a utilização de outras metodologias, como o Inventário Nacional de Referencias Culturais-INRC (2).

Nestes termos, é relevante comentar que as fichas de inventário são propostas como ferramentas de auxílio na gestão e planejamento do patrimônio cultural, além de propor um modelo e metodologia única de documentação e inventário de bens culturais. Vale a pena ressaltar que existe uma ficha específica para os conjuntos rurais objeto de análise desta pesquisa.

O presente artigo trata de apresentar o modelo de gestão SICG do IPHAN do Brasil e através da análise da ficha (M304 conjuntos rurais) ao objeto de estudo Fazenda Mato Dentro de Campinas, no estado de São Paulo, contribuir para o questionamento de métodos de proteção e conservação.

2. A HISTÓRIA DO PATRIMÔNIO RURAL NO BRASIL

O estudo do patrimônio arquitetônico rural vem despertando o interesse de engenheiros e arquitetos por seu potencial de alavancar e viabilizar empreendimentos no espaço não-urbano. Também historiadores, geógrafos, economistas, turismólogos, arquitetos e empresários tradicionalmente ligados ao mundo rural começam a descobrir nesse conjunto uma oportunidade de agregar valor a suas propriedades ou a seus negócios, atraindo o homem da cidade carente das raízes rurais (ARGOLLO FERRAO, 2007, p.92).

O termo patrimônio rural foi citado pela primeira vez na recomendação de Paris instituída pela Conferencia Geral da Unesco em 1962. Esse documento dispõe sobre a salvaguarda das paisagens e sítios naturais ou rurais. No artigo II, item 5, destaca-se que “a preservação é quando possível, a restituição do aspecto das paisagens e sítios, naturais e urbanos, devido à natureza ou à obra do homem, que apresentem um interesse cultural ou estético, ou que constituam meios naturais característicos” (IPHAN, 1995, p.99).

É considerado patrimônio rural:

> Os antigos casarões e senzalas, colônias e casas de trabalhadores dispersas construídas com técnicas tradicionais da arquitetura rural ou com materiais e técnicas alternativas de construção, toda arquitetura vernacular, antigas capelas rurais, engenhos e casas de máquinas, o próprio maquinário desativado, antigos equipamentos de produção e energia (monjolo, rodas d`água, etc.), elementos e sistemas estruturais antigos (pontes, diques, barragens, etc.), o espaço físico destinados às manifestações culturais locais (praças, terreiros, largos, vilarejos, etc.) (ARGOLLO FERRÃO, 2007, p.94).

Panis e Oliveira (2008) relatam que além de todos esses elementos destacados por Argollo Ferrão, acrescentam-se as manifestações artístico-culturais, as formas de

expressão, as comidas, as vestimentas, os utensílios domésticos e de trabalho, entre outros.

Argollo (2004) narra que os estudos sobre arquitetura rural no Brasil tem evoluído nos últimos anos de acordo com a lógica das intensas mudanças porque passa o ambiente rural no Pais. Normalmente, ao se enfocar a arquitetura rural, remete-se logo à idéia de uma paisagem singela, composta por pequenos sítios ou enormes glebas sem a necessária infraestrutura física capaz de dotar o território de elementos que otimizem a produção agropecuária e ao mesmo tempo a qualidade de vida dos trabalhadores e empresários rurais. A paisagem rural brasileira, com seu imenso patrimônio cultural, confere aos estudos sobre a arquitetura rural uma dimensão socioeconômica importante.

Assim, como forma de minimizar os impactos de nos custos de um edifício se faz necessário levantar dados, estudar seu programa de necessidades, verificar quem são seus usuários, seu projeto arquitetônico, sua relação com o entorno, fluxos, circulação, e principalmente o valor que lhes é atribuído por transmitir para gerações futuras. Mas quando pensamos em edifícios históricos tombados, a importância é ainda maior na medida em que permite a antecipação de problemas e possíveis incompatibilidades comuns no projeto de restauro. Para além do custo financeiro, há um ganho para a sociedade com a garantia da preservação de sua memória construída (BRUM, 2008 p.238).

O desgaste natural sofrido pelo tempo faz com que esses edifícios históricos entrem em um processo de degradação, além de outras ações como vandalismo, descuido, poluição e calamidades naturais como ventos, chuvas, inundações entre outros. A preservação do patrimônio arquitetônico não é uma tarefa fácil.

O inventário caracteriza-se como “uma operação permanente, dinâmica e sistemática, visando o cadastro de manifestações humanas, em suas diferentes criações espontâneas e formas, e de potencialidades naturais” (IPAC, 2001:2) (3).

Cabe ainda ressaltar que a Declaração de Amsterdã nos relata sobre a importância da difusão de inventários como base para a conservação.

> Seria desejável que esses inventários fossem largamente difundidos, notadamente entre as autoridades regionais e locais, assim como entre os responsáveis pelo planejamento físico-territorial e pelo plano urbano como um todo, a fim de chamar sua atenção para as construções e zonas dignas de serem protegidas. Tal inventário fornecerá uma base realista para a conservação, no que diz respeito ao elemento qualitativo fundamental para a gestão dos espaços (IPHAN, 1995:234).

3. FAZENDA MATO DENTRO

A propriedade rural conhecida como Fazenda Mato Dentro surgiu no início do século XIX e inseriu-se exemplarmente no padrão de ocupação fundiária e de produção agrícola dominantes na região campineira. Formada em 1806, a partir da gleba de terra desdobrada pelo Tenente-Coronel Joaquim Aranha Barreto de Camargo essa propriedade inicia-se como engenho e plantação de açúcar tornando-se em poucos anos produtora de café (Vaderrama et al, 2008).

Atualmente a área da fazenda encontra-se dentro do tecido urbano hoje transformada num parque ecológico de uso público. A fazenda Mato Dentro possui características do final do século XVIII. Segundo, PUPO (1983):

> "... uma das características das velhas construções do final do século XVIII e primeiros anos do século XIX está nos telhados de quatro

> águas sobre um quadrilátero perfeito de construção, ou de três águas com partes térreas adidas e sobrado; (...), e mais casas térreas como a de Joaquim Aranha no engenho-fazenda Mato Dentro (...), homem viajado, conhecedor do fausto de outras regiões (...). A sua residência rural também teve requintes, como sua porta principal com entalhes, seu forro de salão nobre, e com a singularidade de ser a casa um perfeito quadrilátero, telhado de quatro águas, dispondo de um outro lanço, à direita da casa, com piso inferior (e comunicação interior), no alinhamento da fachada principal, destinada ao cômodo de serviços, cozinha, dispensa, etc. Assim, o quadrilátero principal (47x 17 m) dispõe-se de uma planta de rígida simetria desenvolvida em torno de um grande salão central (a varanda) e de um longo corredor e se destinou, exclusivamente, aos cômodos sociais e íntimos.

Foram encontrados técnicas e materiais de construção como a taipa-de-pilão, o pau-a-pique, a alvenaria de tijolos e alvenaria de pedra. O ladrilho hidráulico e a telha de colo ou capa-canal também eram desenvolvidos na fazenda. A técnica construtiva de taipa-de-pilão é de importância para caracterizar esta época de transição entre a arquitetura do açúcar e a do café. (SILVA, 2006).

3. ESCALAS DE ATUAÇAO NA DEFESA DO PATRIMÔNIO NO BRASIL

Precisamos tornar claro que no Brasil, devido sua extensa área, existem órgãos em três escalas de gestão que cuidam da defesa do patrimônio cultural brasileiro. Como o enfoque é o estado de São Paulo e a cidade de Campinas temos como exemplos: Na escala federal o IPHAN (Instituto de Defesa do Patrimônio Artístico Nacional, Condephaat (Conselho de Defesa do Patrimônio Artístico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo) na escala estadual e Condepacc (Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas) na escala municipal. Esses três órgãos praticam tombamento e preservação e estão ligados ao governo.

4. SICG - Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão

SICG é uma ferramenta de apoio desenvolvida pelo departamento de Patrimônio material e fiscalização do IPHAN para a gestão e proteção do patrimônio cultural desenvolvido para reunir um amplo e diversificado conjunto de informações referentes às cidades históricas brasileiras.

Esse instrumento tem o objetivo de integrar dados sobre o patrimônio cultural, com foco nos bens de natureza material, reunindo em uma base única informações sobre cidades históricas, bens móveis e integrados, edificações, paisagens, arqueologia, patrimônio ferroviário, conjuntos rurais e outras ocorrências do patrimônio cultural no Brasil.

É constituído por um conjunto de fichas agrupadas em três módulos: Conhecimento, Gestão e Cadastro. Cada Módulo corresponde a uma esfera de abordagem do patrimônio cultural e possui fichas estruturadas para a captura e organização de informações conforme o objetivo do estudo ou inventário. Os módulos foram idealizados para permitir uma abordagem ampla do patrimônio cultural, partindo do geral para o específico, com recortes temáticos e territoriais, e possibilitando a utilização de outras metodologias, como o Inventário Nacional de Referências Culturais – INRC (voltado para a identificação de bens de natureza imaterial). (SICG, 2009, p.9).

Como um instrumento em construção, nem todos os modelos de fichas estão concluídos, e muito menos foram dadas explicações durante o fórum de como será o funcionamento do seu cadastro, o SICG tem como uma das aplicações fundamentais

o desenvolvimento de inventários de Conhecimento. Esses inventários de conhecimento têm como objetivo formar uma base de informações aplicadas à construção de uma rede de Proteção do Patrimônio em todos os estados e municípios do Brasil (SICG, 2009, p.11). No fluxograma abaixo se pode ter uma compreensão geral do que é composto este sistema.

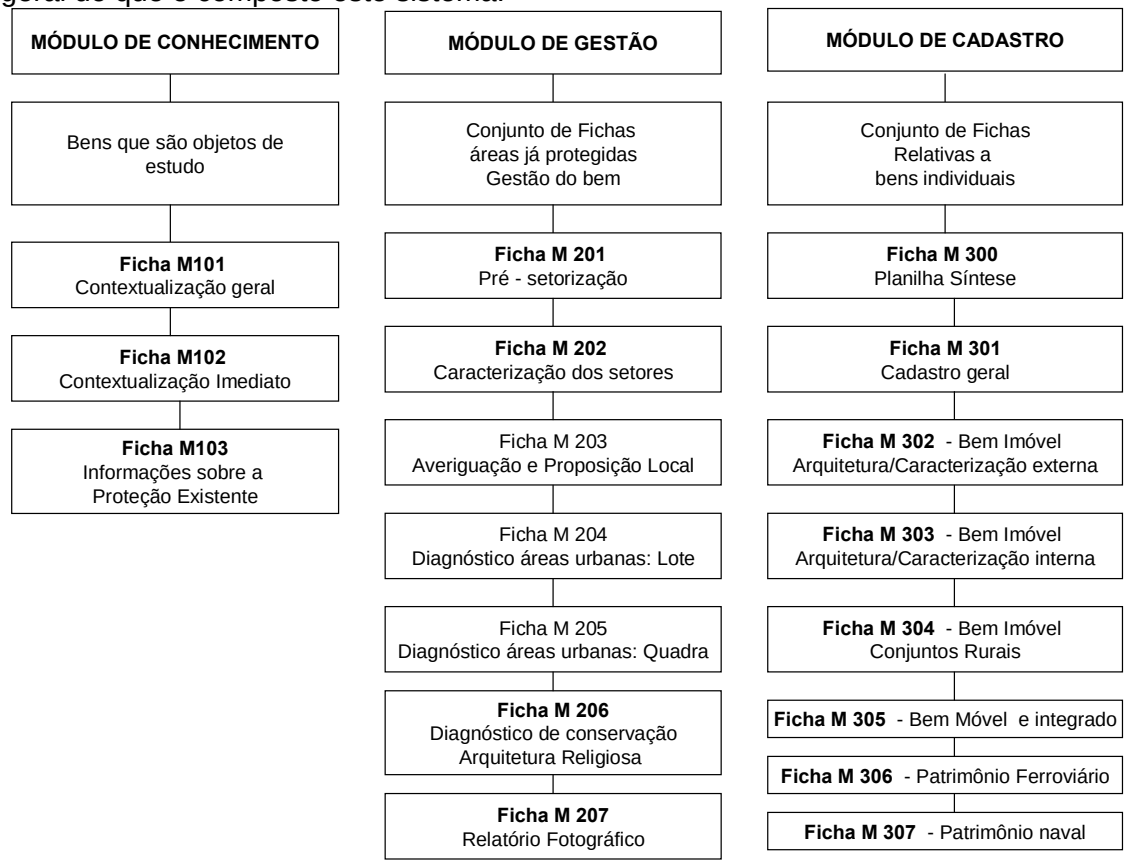


Figura 3. Fluxograma dos módulos do SICG. Fonte: autores, 2009.

O módulo de Conhecimento visa reunir informações que contextualizem a história e no território, os bens que são objetos de estudo. Organiza, portanto, as informações provenientes de universos culturais temáticos ou territoriais. O de gestão reúne um conjunto de fichas cujo enfoque são as área já protegidas e tem obrigação de fazer a gestão. E finalizando temos o módulo de cadastro que reúne bens de interesse ou já protegidos possui uma ficha padrão comum e aprofundando os conhecimentos fichas especializadas sobre arquitetura, bens móveis e integrados, conjuntos rurais, patrimônio ferroviário, etc. (SICG, 2009, p.10).

O sistema será informatizado e atuará estando estruturado em base word e excel, seus usuários serão o IPHAN, estados, municípios e entidades parceiras como universidades, centros de estudos, museus e outros. Futuramente poderá ser acessada para consulta via internet facilitando a pesquisa. Ainda não está disponível para acesso. Entretanto não podemos deixar de comentar que no Brasil já existe vários modelos de fichas de inventário entre os diversos órgãos que atuam na proteção e conservação do patrimônio cultural como: CONDEPHAAT (Conselho de defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo); CSPC (Conselho Setorial do Patrimônio Cultural de Campinas; DPH (Departamento de patrimônio Histórico) – São Paulo; Inepac (Instituto Estadual do Patrimônio Cultural do Rio de Janeiro); IPAC (Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia); SPHAN/Pró Memória – Ouro Preto. Voltando ao SICG relatamos que para áreas rurais, foco da pesquisa, existe um modelo de ficha M304 – Bem

imóvel – Conjuntos rurais preenchido com os dados da Fazenda Mato Dentro (ver Tabela 1).

Tabela 1. Módulo de Cadastro Ficha M304.

1 IDENTIFICAÇAO							
1.1. Recorte territorial (identificação da região estudada)							
Região Sudeste							
1.2. Recorte temático (identificação do tema do estudo)							
Patrimônio Rural							
1.3. Identificação do Bem (denominação oficial, denominação popular, outras denominações)						**1.4. Código Identificador iphan**	
Fazenda Mato Dentro, Parque ecológico Rod. Heitor Penteado, Vila Brandina. Campinas - SP							
2. CROQUI DE IMPLANTAÇAO			**3. SELEÇAO DE IMAGENS**				
							
4. EDIFICAÇÕES NA PROPRIEDADE (listar por função, a partir da edificação principal/sede							
	4.1. Denominação		4.2.Época da Construção		4.3. Características gerais (técnica, materiais, estado geral de conservação)		
A	Casa sede da fazenda		Imprecisa		Sistema construtivo: alvenaria de pedras, taipa de mão, taipa pilão e telha capa e canal. Apresenta bom estado de conservação.		
B.	Tulha		imprecisa		Apresenta bom estado de conservação.		
C.	Anexos						
D.							
4.4.Realizar levantamentos de algum imóvel?			sim	x	Não	Quais ?	
4.5. Realizar outros levantamentos?			sim	x	Não	Quais ?	
5. NFORMAÇOES SOBRE A ATIVIDADE ECONOMICA							
5.1. Original	Fazenda de açúcar, café, Instituto biológico.						
5.2. Atual	Museu ambiental						
6. INFORMAÇOES COMPLEMENTARES							
7. LEVANTAMENTO ARQUITETONICO EXISTENTE (copiar quantas linhas forem necessárias)							
15.1. planta (relacionar nomes)		15.2. Escala	15.3. Localização e base disponível			15.4. Data	
Planta baixa pav térreo.		1:50	Condepacc				
Planta baixa pav. superior		1:50	Condepacc				
8. OUTROS LEVANTAMENTOS/BASE DE DADOS (copiar quantas linhas forem necessárias)							
16.1. Tipo		16.2. Quant.	16.3. Autoria, localização e base disponível			16.4. Data	
9. FONTES BIBLIOGRÁFICAS E DOCUMENTAIS							
Condepacc, Condephaat e Centro de Memória Unicamp.							
10.PREENCHIMENTO							
10.1. Entidade	IPHAN					10.2. Data	
10.3. Responsável	S. Santos						

Créditos: IPHAN, 2009.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SICG é um conceito inovador no quadro de preservação do patrimônio brasileiro. Percebe-se que existe uma preocupação e um esforço coletivo dos diversos órgãos que atuam na preservação do patrimônio para que o sistema se concretize e que possa direcionar as pesquisas em uma base de dados única. Contudo, o sistema

ainda não está em operação e pouca literatura e outras informações se têm sobre o assunto.

O que sentimos é que existem limitações evidentes nas questões dos módulos. Um programa de tal grandeza poderia ter pensado na inclusão de outros módulos depois do módulo de cadastro como, por exemplo, módulo de conservação e módulo de manutenção do bem. Isso iria gerar outras fichas (ou itens) avaliando o estado de conservação (fichas de caracterização das construções) e fichas de manutenção onde poderíamos acompanhar o processo e o desempenho das estruturas dentre outros.

Uma das funções das fichas de inventário é catalogar; sendo assim utilizadas como instrumentos de ponta do processo, poderiam contemplar as patologias comuns através de campos mais específicos onde seriam descritos os métodos de intervenção nas edificações históricas reunidas através das mãos dos fiscais de obra. Muitas inovações na área da tecnologia poderiam agilizar o processo de diagnóstico e tratamento dessas patologias como, por exemplo, a utilização de ensaios não destrutivos como o ultrassom. Essa tecnologia eficaz e de custo acessível poderia minimizar a morosidade do processo de prevenção e conservação.

Acreditamos que toda intervenção em edificações históricas deve ser precedida de investigação técnico-científica. Entende-se por investigação técnico-científica a utilização das técnicas mais avançadas de caracterização física e química dos materiais, auxiliando a identificação dos agentes e mecanismo de deterioração. Isso iria desvendar o estado de degradação do bem rural e auxiliar no processo de prevenção e manutenção das construções em terra. O modelo de ficha M304 não contribui para gerar um histórico específico sobre as manutenções e os possíveis restauros.

Com o início operacional do sistema SICG muitos dos modelos propostos para as fichas de inventário poderão sofrer mudanças passíveis devido ao uso. Sendo assim, outros questionamentos e sugestões poderiam ser relatados aqui, mas uma das vantagens do sistema será futuramente a agilidade na integração de dados sobre o patrimônio cultural.

E para concluir, a motivação para a realização deste artigo surge do interesse geral na reabilitação das construções rurais com ênfase na utilização da área de tecnologia para que a preservação e gestão dos patrimônios seja contributo fundamental para a memória coletiva da população.

5. BIBLIOGRAFIA

ARGOLLO FERRAO, André Munhoz. (2007). Arquitetura rural e o espaço não urbano. Revista Labor&Engenho. Campinas, ano n° I, mar. 2007, p.89-100.

BRUM, Cristiane Vieira Cabreira et al.(2009). Impacto do projeto de climatização na reabilitação de edificações históricas. Simpósio Brasileira de Qualidade do projeto no Ambiente Construído. IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de edifícios, São Carlos. 18 a 20 de Novembro 2009.

FERRÃO, André Munhoz Argollo. (2004). Arquitetura Rural dentro do Contexto sobre Patrimônio e Paisagens Culturais. Barcelona [EST]: ETSAB-UPC, 2004. 29 p. Relatório de Pós Doutorado.

INSTITUO DO PATRIMONIO HISTORICO E ARTISTICO NACIONAL. (1995). Cartas Patrimoniais. Brasília: *IPHAN/Ministério da Cultura, 1995. (Cadernos de Documentos n° 3).* 343p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO ARTÍSTICO E CULTURAL DA BAHIA – IPAC (2009), Disponível em: http://www.ipac.ba.gov.br/site/conteudo/institucional/apresentacao/#content>. Acesso em jul. 2009, 15:45.

PANIS, Marcelo e OLIVEIRA, Melissa R. S. (2009). Paisagem e arquitetura rural: O caso da Região Pelotense/RS. Revista Labor & Engenho: Planejamento, patrimônio e paisagem, Campinas, v.1, n°.2, p. 2-16, dez. 2008. Disponível em: <http: www.labore.fec.unicamp.br >. Acesso: 04/07/2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. CONDEPACC. Ementa n° 004 de 27 de novembro de 1990.

PUPO, Celso Maria de Mello. (1983). Campinas, Município no Império: fundação e constituição, usos familiares, a morada, sesmarias, engenhos e fazendas. São Paulo: *Imprensa Oficial do Estado.*

SILVA, Áurea Pereira. (2006). Engenhos e fazendas de café em Campinas (Séc. XVIII – Séc. XX), São Paulo, *Anais do Museu Paulista, jun/ 2009, vol. 14*, São Paulo: Universidade de São Paulo, p 81-119.

SICG – Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão. Realização, (2009): *Publicação do IPHAN - Departamento de Patrimônio Material e Fiscalização. Brasília.*

VALDERRAMA, Berna B.; OLIVEIRA, Melissa R. S.; MARTINS, Sandra. (2008). Arquitetura rural da terra roxa: o caso das fazendas Pau d'Alho e Mato Dentro do município de Campinas no estado de São Paulo. In: *Anais do II Congresso de Arquitetura e Construção com terra no Brasil e VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra*, São Luís, 2008.

Notas

1. SICG: Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão do departamento de Patrimônio Material e Fiscalização.

2 INCR - Inventário Nacional de Referências Culturais é uma metodologia de pesquisa desenvolvida pelo IPHAN que tem como objetivo produzir conhecimento sobre os domínios da vida social aos quais são atribuídos sentidos e valores e que, portanto, constituem marcos e referências de identidade para determinado grupo social.

3. IPAC – Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia
In: http://www.ipac.ba.gov.br/site/conteudo/institucional/apresentacao/#content

Curriculum

Sandra Cristina F. Martins. Arquiteta professora dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Decoração e Design do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP), Salto/SP. Doutoranda do Curso de Arquitetura e Urbanismo da EESC USP. Mestre em Engenharia Agrícola pela UNICAMP, 2002. Especialista em Engenharia de Segurança pela Unicamp, 1994.

João Adriano Rossignolo. Engenheiro Civil professor dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da Escola Engenharia de São Carlos da USP e de Zootecnia da USP. Livre-Docente em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia (EESC-USP 2009), Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais (EESC/IFSC/IQSC-USP 2003, com sanduíche no LNEC-Lisboa).

APRENDIZAJE DE LA TÉCNICA TRADICIONAL DEL ADOBE EN LOS PUEBLOS BEREBERES APLICADO A LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MORTEROS DEL KSAR DE AÏT BEN HADDOU

Isolina Díaz Ramos
Técnico en restauración y conservación de patrimonio cultural del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria
Doramas, 4 bajo izquierda. 35001 Las Palmas de Gran Canaria
Tel: (34) 616 66 50 00. E-mail: isolinaki@gmail.com

Tema 2: Patrimonio y Conservación.
Palabras clave: Formación, valorización, conservación.

Resumen
El siguiente texto trata sobre la experiencia de trabajo en la formación de jóvenes desempleados en el ámbito de la restauración y conservación del patrimonio en adobe en su lugar de origen.
La formación, llevada a cabo en el término de Ait-Benhaddou, provincia de Ouarzazate en Marruecos durante quince días, fue financiada por la Consejería de Inmigración y Ciudadanía de la Generalitat de Valencia y promovida por el Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Valencia (ver Fig.1).
Mi asistencia a este curso como alumna, ha sido financiada por el Ministerio de Cultura español en el programa de *Ayuda para la formación de jóvenes profesionales de la Cultura.*
Ésta ha sido una experiencia muy grata y pionera, un intercambio de conocimientos y culturas, importantísima para futuras intervenciones.



Fig.1 - Panorámica del Ksar de Aït Ben Haddou. (Créditos: Isabel Alonso, 2009)

1. INTRODUCCIÓN

Aït Ben Haddou es una ciudad fortificada o Ksar, construida con piedra, adobe y barro en el Atlas marroquí, que integra en su interior media docena de kasbas.
Se encuentra ubicada en la provincia de Ouarzazate, entre el Sahara y Marrakech, en la región de Souss-Massa-Draâ, y situada en la llanura del Ounilla, cerca del río Mellah, que divide el pueblo antiguo de altas murallas de la nueva ciudad: construida con bloques de cemento y hormigón.
El ksar, edificado contra el flanco de una colina escarpada, posee un trazado flexible ajustado a las curvas del terreno, dando la sensación de entrar en un laberinto.
Las viviendas de Aït Ben Haddou, realizadas con ladrillos de adobe crudo de fabricación artesanal, continúan mostrando un magnífico equilibrio entre forma, función, materiales de construcción y clima, siendo el barro seco el material perfecto para estos lugares, en los que escasean las lluvias y las variaciones de temperatura entre la noche y el día son manifiestas.

Las construcciones de barro del sur de Marruecos son, por tanto, testimonio de una tradición milenaria, y conforman uno de los patrimonios histórico-artísticos más valiosos del país, así lo ha reconocido la UNESCO declarando Patrimonio de la Humanidad al Ksar de Aït Ben Haddou en 1987.

2. NECESIDAD DE FORMACIÓN

El objetivo específico del proyecto llevado a cabo en Aït Ben Haddou, es la formación y capacitación en el aprendizaje de la técnica constructiva tradicional del adobe aplicada a la conservación y restauración de morteros.
La formación va dirigida a jóvenes de ambos sexos, sin estudios superiores y empleo estable, provenientes de la provincia de Ouarzazate.

Hasta hace bien poco, los conocimientos de la técnica constructiva en tierra se realizaba de forma directa: del alarife a sus ayudantes.
La perpetuación de las culturas se mantuvo "de boca en boca" y la técnica "de mano en mano", conservada a través de diferentes generaciones, como muchas otras manifestaciones de la expresión cultural (Garzón, Martins Neves, 2007, p.324).
Por ello, se hace necesario un intercambio y transferencia de conocimientos, así como la capacitación de profesionales en sus lugares de origen.

Para que la conservación de sistemas constructivos tradicionales sea una realidad, es importante que desde cada región o país se valore y se retransmitan sus propias tradiciones, así como las mejoras que la propia ciencia puede aportar en el desarrollo de técnicas edificatorias antiguas.

La Carta de Mazatlán, redactada en México en el año 2005, habla de la importancia de la protección del Patrimonio, sólo posible *cuando existe la participación activa y comprometida de la sociedad civil, que a su vez debe ser sujeto de un proceso previo de información, capacitación, comunicación y concientización.*

El mismo documento en su apartado número seis argumenta que *el turismo cultural genera impactos negativos y una de las amenazas más fuerte las constituyen los insuficientes sistemas de manejo del flujo de visitantes y la falta de instrumentos de gestión turística sostenible, sobre todo en los destinos menores que no son iconos globales y emblemáticos del turismo global.*

La ciudad nueva de Aït Ben Haddou, desde el otro lado del río, mira su pasado fortificado y parece creada aprisa para acoger las oleadas de turismo que visitan el Ksar durante unas horas.
Aparecen las construcciones "modernas", levantadas con materiales traídos de afuera en las que el uso abusivo del cemento y la argamasa pobre en estuco hacen que sucumba la tradición constructiva por una tecnología sospechosa.

Por todo ello, es necesario la formación de jóvenes en la valorización, uso y manejo de la técnica constructiva tradicional, y en el mantenimiento de las estructuras de adobe.

3. INSTITUCIONES IMPLICADAS

La aportación económica para que este curso formativo fuese una realidad, fue realizada a través de una subvención concedida por parte del la Consejería de Inmigración y Ciudadanía de la Generalitat Valenciana al Instituto Valenciano de Conservación y Restauración, (IVC+r).
El IVC+r es una entidad pública adscrita a la Consejería competente en materia de cultura, a través de la Dirección General competente en Patrimonio Cultural convirtiéndose desde el año 2005 en el primer organismo gestor en materia de conservación. Pese a su juventud, los profesionales que en él trabajan poseen una amplia experiencia en la conservación del patrimonio cultural, adquirida en instituciones de reconocido prestigio.

El proyecto subvencionado se ajustaba en su totalidad a los criterios de selección de proyectos e integración en el marco estratégico recogido en el Plan Director de la Cooperación Valenciana 2008-2011, cuyo objetivo principal era contribuir con Marruecos en el desarrollo económico sostenible de la villa de AÏt Ben Haddou, localizada en la provincia de Ouarzazate.
La asociación local Timizar, institución marroquí que promueve todo tipo de actividades relacionadas con la cultura bereber también ha participado de manera activa en este proyecto.
Por otro lado, mi asistencia en calidad de alumna a esta experiencia, ha sido debida gracias al apoyo recibido por parte del Ministerio de Cultura español, financiando mi estadía para el aprendizaje de esta técnica constructiva tradicional.

4. EJECUCIÓN DEL CURSO

Las actividades del curso fueron estructuradas en dos fases que comprendían la formación práctica, y la formación teórica de los alumnos.
La formación práctica sobre el trabajo en adobe como técnica mural fue transmitida a los estudiantes en el interior del Ksar, y consistió en la realización de una torre de pequeñas dimensiones similar a las de las kasbas que componen las esquinas del recinto amurallado.
Para ello, un artesano local, Mohammed Houssini, fue el encargado de mostrar las técnicas constructivas tradicionales: desde la creación del ladrillo de barro, utilización de la plomada para el levantamiento del muro, aberturas de puertas y ventanas, enfoscado, construcción de techumbres con cañizo, sistemas de desagüe, bajorrelieves decorativos, etc. (ver apartado 5).
Una vez alzada la torre, se procedió a la construcción de tapial en las cercanías de la misma, combinado con la extracción de yeso para conformar el estucado del interior de la construcción.
Al finalizar el curso, tanto la torre como el tapial fueron destruidos, ya que al estar localizadas en el interior del recinto del Ksar resultaba imposible el mantenimiento de la construcción, pues hubiese supuesto un falseado histórico.

Los técnicos especialistas en conservación y restauración de técnicas murales provenientes del IVC+r, fueron los encargados de dar diversas charlas en las que se hablaba de la importancia de valorar y conservar este patrimonio, así como la técnica constructiva tradicional.
Se mostraron diversos ejemplos de arquitectura en adobe tanto en África como en el resto del mundo, y se explicó el significado de estar incluidos en la lista de Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

El Ksar es un espacio que se encuentra habitado en la actualidad.
Desde su construcción, las familias propietarias lo han ocupado, habiendo pervivido las costumbres y hábitos vitales, así como las necesarias reparaciones y mantenimiento de los edificios que ellos mismos han ejercido a lo largo de los años.
La inclusión del Ksar en la lista de Patrimonio de la Humanidad ha hecho que se controle la actuación de los propietarios sobre el conjunto histórico, haciendo más complicada la capacidad de sus poseedores de intervenir libremente sobre su propiedad, lo que ha provocado comprensibles desconfianzas hacia el organismo internacional.
Se les ha explicado por ello, los pasos a llevar a cabo para acometer cualquier modificación en su propia vivienda-monumento, y lo que supone formar parte de un espacio declarado Patrimonio de la Humanidad.
A estas charlas no acudieron sólo los alumnos del curso, sino vecinos del lugar y representantes de otras instituciones locales.

5. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fig. 2 - Cimentación (créditos: autora).



Fig.3 - Construcción de tapial (créditos: autora).



Fig. 4 - Ejecución de ladrillos de adobe (créditos: autora).



Fig. 5 - Levantamiento del muro (créditos: autora).



Fig. 6 - Enfoscado (créditos: autora).



Fig. 7 - Construcción de la techumbre (créditos: autora).


Fig. 8 - Preparación de la cubierta (créditos: autora).


Fig. 9 - Decoración final y foto del grupo (créditos: autora).


Fig. 10 - Clase teórica (créditos: autora).

6. CONCLUSIONES

Este proyecto multidisciplinar en el que han interactuado restauradores de obras de arte con conocimientos científicos, en conjunción con artesanos y constructores locales, que aportan el saber intuitivo y tradicional, ha sido una experiencia enormemente satisfactoria.

Las actividades de formación y la convivencia de todo el equipo humano implicado a lo largo de dos semanas, ha fomentado el intercambio de conocimientos culturales y técnicos. Esto ha sido muy beneficioso ya que ha supuesto un enriquecimiento en el que se han visto involucrados tanto el personal de las instituciones implicadas, como el alumnado que ha participado en las mismas y el propio vecindario, que ha estado presente en las jornadas teóricas.

Todo esto ha fomentado un entorno muy participativo, siendo conscientes de que cada uno de los participantes posee algo importante que mostrar y enseñar al contrario; capacitándonos y formándonos todos en una temática patrimonial que concierne tanto a quienes habitan los espacios como a quienes nos acercamos desde afuera a intentar entender qué sucede y cómo se trabaja en otros lugares.

7. BIBLIOGRAFÍA

Garzón, Lucía; Neves, Celia (2007). Investigar, formar, capacitar y transferir. Los grandes desafíos de la arquitectura y la construcción con tierra*. Revista Apuntes, Arquitectura en tierra*. Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana de Bogotá, Vol. 20, número 2. Julio-diciembre de 2007.

Guigou, Carlos (2002). *La tierra como material de construcción.* Colegio oficial de arquitectos de Canarias.

Werner, Louis (1993). *Ait Ben Haddou, a desert-born model for urban design*. The UNESCO Courier: a window open on the World. XLVI, 6.

VVAA (2009). Diplomatura en Raíces y persistencias de los modelos Iberoamericanos en el desarrollo del urbanismo y la arquitectura. Córdoba: Universidad Blas Pascal, Argentina.

Curriculum

Isolina Díaz Ramos. Licenciada en Bellas Artes, especialista en restauración de superficies murales, Universidad Politécnica de Valencia. Doctorado en Rehabilitación y Conservación Arquitectónica por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Diplomatura en Raíces y persistencias de los modelos iberoamericanos en la arquitectura y el urbanismo por la Universidad Blas Pascal de Córdoba, Argentina.



Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento



AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EXCÊNTRICA DE PAREDES DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE SOLO-CIMENTO

João Batista S. de Assis[1]; Eduardo Chahud[2]; Paulo Santos Assis[3]
[1]PUC Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Campus Caração Eucarístico, Departamento de Engenharia Civil, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
Tel: (031) 34762399, jbsassis@yahoo.com.br
[2]FUMEC – Universidade FUMEC,
[3]UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

Tema 3 – Técnicas, construção, investigação e desenvolvimento
Palavras-chave – solo-cimento, blocos intertravados, resistência à compressão de paredes

Resumo
Este trabalho faz parte de um sistema construtivo que foi criado no Brasil e desde a sua concepção está sendo testado. A partir de ensaios laboratoriais mostra-se o seu desempenho. O bloco intertravado, componente principal do sistema construtivo foi utilizado para compor paredes, as quais foram ensaiadas à compressão excêntrica. Em parte do trabalho serão apresentadas resumidamente as características dimensionais dos blocos, com o objetivo de ressaltar a sua qualidade dimensional. Visando-se a ampliar o conhecimento relativo às características de paredes construídas com blocos intertravados, foram executados ensaios de compressão excêntrica, objetivando determinar as cargas de compressão e os deslocamentos verticais e horizontais delas. Através destes ensaios foi possível observar também como as paredes se rompem e perdem a sua estabilidade. Os resultados finais foram analisados e comparados com cargas que seriam necessárias a paredes de uma edificação hipotética. Segundo Assis (2008), as pesquisas com este sistema construtivo em terra que iniciaram em 1979 tem um grande e batalhador pesquisador no Brasil que é o professor Barbosa (1996). Este artigo tem como um dos objetivos fornecer para a sociedade científica que trabalha com sistemas construtivos similares, informações relativas aos deslocamentos horizontais e verticais de paredes carregadas excentricamente, por não se ter encontrado referências bibliográficas consoantes os resultados aqui apresentados.

1. INTRODUÇÃO

A construção com terra é uma técnica tradicional ancestral. A terra (solo) é utilizada como matéria-prima para a obtenção do adobe; de tijolos com ou sem fibra; de tijolos vazados das mais variadas formas e, mais recentemente, de tijolos especiais retificados, produzidos na França, segundo Cavalheiro (1994). Os tijolos que não são levados ao forno para serem queimados normalmente recebem o nome de tijolos de terra crua. Na estabilização do solo, vários são os ligantes aplicados, tais como: betume, fezes de animais, cal, cimento e resinas orgânicas. Os blocos utilizados neste trabalho, também denominados blocos intertravados, são de solo-cimento e foram utilizados, sem argamassa de assentamento, introduzindo uma forma inovadora de compor as paredes, que difere da alvenaria conhecida como tradicional, conforme Assis e Chahud (2001). Por esta razão, visando-se a ampliar o conhecimento relativo de paredes construídas com blocos de encaixe ou intertravado e, sem argamassa de assentamento, foram executados ensaios de compressão excêntrica em três paredes, objetivando determinar as cargas limites por unidade de comprimento e os deslocamentos verticais e horizontais delas. Ainda, para verificar se as paredes podem ou não ser utilizadas em edificações de um pavimento, no Brasil, uma situação hipotética foi considera para ao final comparar com os resultados experimentais obtidos neste estudo. Através destes ensaios foi possível observar também como as paredes se rompem e perdem a sua estabilidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais e equipamentos utilizados foram os seguintes: blocos de solo-cimento; cimento Portland CP II E 32; areia lavada de rio; prensa de tração universal, com capacidade máxima de 400 kN; balança eletrônica com capacidade máxima de 15 kg e resolução de 1g; misturador planetário com capacidade de 5 L e com duas velocidades de rotação; pórtico apropriado para ensaio de paredes em escala real; cilindros hidráulicos com capacidade de 100 kN; células de carga com capacidade de 100 kN, e resolução de 1 kN; relógios comparadores para medição dos deslocamentos verticais com resolução de 0,1 mm e horizontais com resolução de 0,01 mm; câmara climatizada mantida (com dispositivos de controle) com umidade acima de 90%; e; pequenos equipamentos e acessórios comumente utilizados em laboratórios.

2.2 Métodos

Uma amostra de blocos com 12 (doze) exemplares foi utilizada para a avaliação dimensional, os resultados estão apresentados na tabela 2.

Três paredes foram construídas concomitantemente e durante a sua montagem, blocos foram retirados do lote enviado ao laboratório para servirem na preparação de 12 prismas com argamassa em todos os furos ou somente no furo central.

As paredes foram montadas em escala real, com largura de 1.210 mm, espessura de 110 mm e altura de 27 fiadas. A 1ª. foi construída sob o pórtico de ensaio e as outras proximamente a ele. As 2ª. e 3ª, tão logo terminou o ensaio da anterior, foram transportadas para o pórtico de ensaio. Os blocos foram empilhados com juntas de amarração equivalentes à metade de um bloco-padrão (TJ110), simplesmente encaixados uns aos outros, sem a utilização de argamassa de assentamento. Para a consolidação das paredes, os furos menores foram preenchidos com argamassa, e os furos grandes das extremidades receberam barras de aço CA 60 com 5 mm de diâmetro e, posteriormente, preenchidos com a única argamassa utilizada nesta pesquisa. Seguindo as recomendações do sistema construtivo, as duas últimas fiadas receberam barras de aço CA 60 com diâmetro de 5 mm, na horizontal, colocadas no centro da parede. Nestas duas últimas fiadas utilizaram-se blocos em forma de U (invertidos) para a confecção de uma cinta objetivando melhorar a distribuição da carga aplicada. Estas paredes permaneceram em repouso até o dia do teste de compressão excêntrica (excentricidade de 18,33 mm, relativamente ao plano vertical maior da parede), quando receberam carga-descarga em três estágios como mostrado na tabela 5. Os testes com as paredes acorreram com idade entre 27 dias e 29 dias, contadas a partir do término da montagem delas.

Durante a confecção das paredes e prismas, foram moldados corpos-de-prova (cps) cilindricos (50 mm x 100 mm) da argamassa utilizada, objetivando conhecer e monitorar a resistência à compressão dela. Estes cps permaneceram próximos à parede durante 24 horas e, depois de retirados dos moldes foram conduzidos a uma câmara climatizada com umidade relativa do ar - URA > 90% onde permaneceram até o dia do teste de compressão.

2.2.1 Cargas em uma parede hipotética

A tabela 1 apresenta resumidamente as cargas hipotéticas em uma parede de uma edificação (para o Brasil que não considera nos seus cálculos, carga de vento para até 4 pavimentos e nem tremores de terra) com cômodos de vãos máximos de 4 m. A carga final, com segurança, na parede será comparada com os resultados dos ensaios obtidos neste trabalho, objetivando avaliar a capacidade de paredes deste sistema construtivo e poder indicar o seu uso para um determinado número de pavimentos. A carga distribuída, no telhado, foi tomada igual a 0,70 kN/m^2 (permanente) e 0,5 kN/m^2

(acidental). Adotou-se, ainda, uma laje com as cargas de 1,85 kN/m^2 e 1,00 kN/m^2, permanente e acidental, respectivamente. Condensando os cálculos, obtiveram-se os valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Cargas do telhado, da laje e total na parede hipotética

Tipo de carga	Carga do telhado[1] (kN/m)	Carga da laje (kN/m)	Carga total (kN/m)
permanente	0,70 x 5,75/2 = 2,01	1,85 x 4,0 = 7,4	Sgk = 2,01 + 7,4 = 9,41
acidental	0,50 x 5,75/2 = 1,44	1,00 x 4,0 = 4,0	Sqk = 1,44 + 4,0 = 5,44
		Carga total na parede hipotética	1,4 x Sgk + 1,7 Sqk = 22,42

3. RESULTADOS DOS ENSAIOS

3.1 Características dimensionais dos blocos

A figura 1 mostra com detalhe todas as cotas do bloco padrão identificado por TJ 110. Os valores médios das cotas mostradas nesta figura encontram-se apresentados na tabela 2**.**

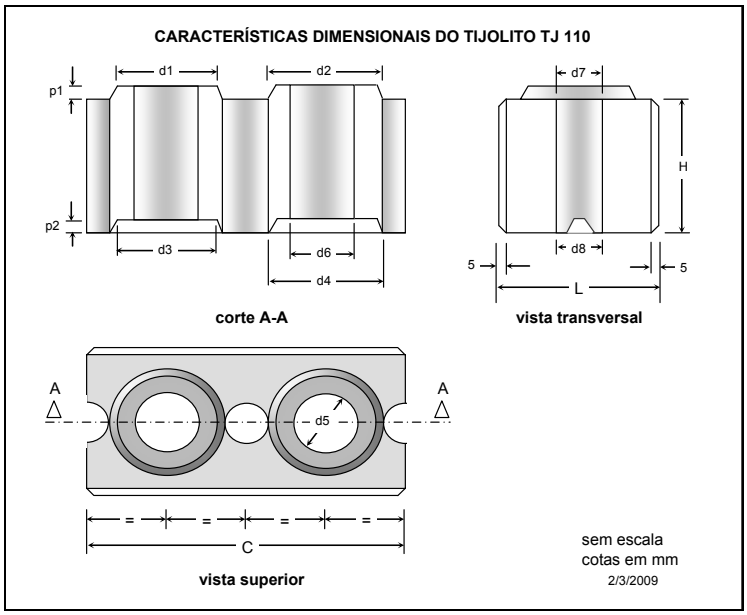


Figura 1 – Características dimensionais do bloco padrão. Fonte**:** Assis (2001)

Tabela 2 – Valores médios das dimensões da amostra de blocos avaliada. Fonte**:** Assis (2008)

Cp	Dimensões (mm)												
	L	H	C	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	p1	p2
Média	110,2	100,0	220,1	69,2	78,7	70,0	80,3	44,7	45,8	31,9	32,8	9,9	11,1
S	0,16	0,57	0,19	0,38	0,39	0,35	0,63	0,24	0,07	0,09	0,20	0,15	0,19
cv (%)	0,15	0,57	0,09	0,56	0,50	0,50	0,79	0,54	0,16	0,28	0,62	1,48	1,76

3.2 Resistência à compressão de prismas e da argamassa

As tensões últimas nos prismas (fp) obtidas nos ensaios de compressão axial dos Pr A (prismas com todos os furos preenchidos por argamassa) e Pr B (somente o furo menor recebeu argamassa) encontram-se na tabela 3. As tensões últimas na argamassa (fa) obtidas nos ensaios de compressão axial dos cps da argamassa utilizada no preenchimento dos furos dos prismas e das paredes encontram-se na tabela 4**.** Os testes foram executados com 28 dias de idade, tanto para os prismas como para a argamassa.

Tabela 3 – Resistência à compressão dos prismas[(2)] Pr A e PrB – área bruta

Prismas Pr A	Carga última (kN)	Tensão última fp (MPa)
1	103	4,3
2	113	4,7
3	107	4,4
4	95	3,9
5	90	3,7
6	92	3,8
Média	100	4,1
s	9	0,4
cv%	9	9

Prismas Pr B	Carga última (kN)	Tensão última fp (MPa)
1	60	2,5
2	62	2,6
3	55	2,3
4	50	2,1
5	55	2,3
6	58	2,4
Média	57	2,3
s	4	0,2
cv%	8	8

Tabela 4 – Resistência à compressão da argamassa utilizada nos furos dos prismas e paredes

cps	Carga última (kN)	Tensão última f_a (MPa)
1	11,2	5,6
2	13,0	6,5
3	14,2	7,1
4	15,6	7,8
5	14,5	7,2
6	15,6	7,8
7	16,2	8,1
8	16,4	8,2
9	16,1	8,0
10	14,0	7,0
11	14,2	7,1

cps	Carga última (kN)	Tensão última f_a (MPa)
12	14,6	7,3
13	14,5	7,2
14	14,2	7,1
15	14,0	7,0
16	14,6	7,3
17	14,1	7,0
18	13,2	6,6
Média	14,5	7,0
s	1,3	0,2
cv%	9	4

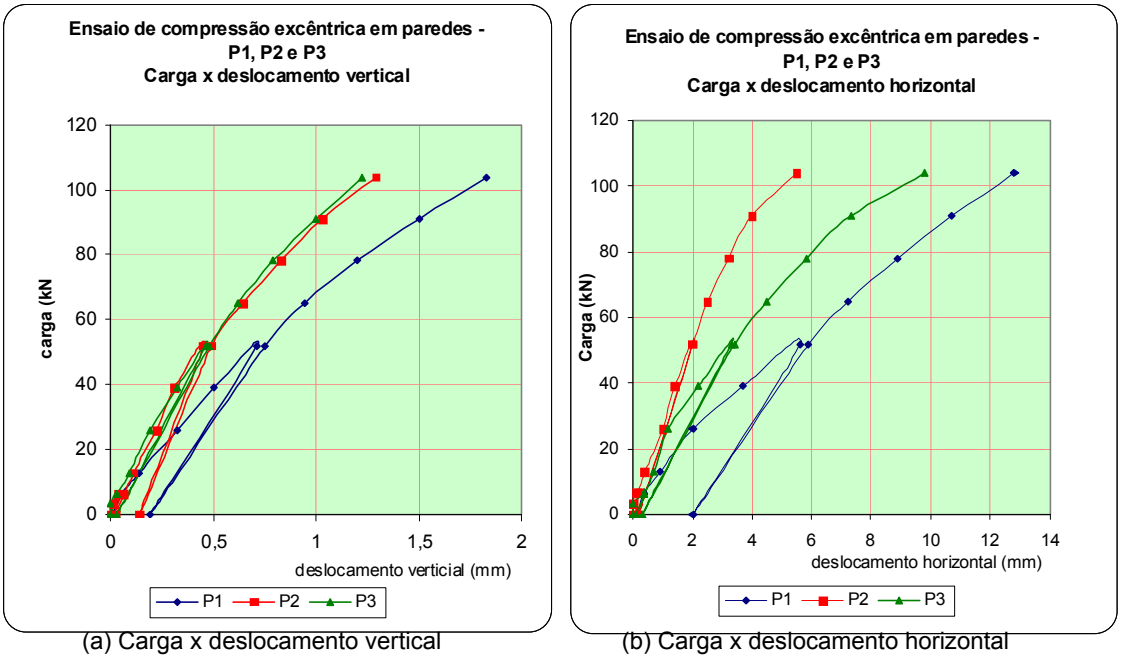
3.3 Teste de compressão excêntrica das paredes

Os estágios de carga-descarga e os deslocamentos verticais médios e horizontais ocorrentes durante os ensaios estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Cargas e deslocamentos obtidos durante os testes de compressão excêntrica das paredes P1, P2 e P3

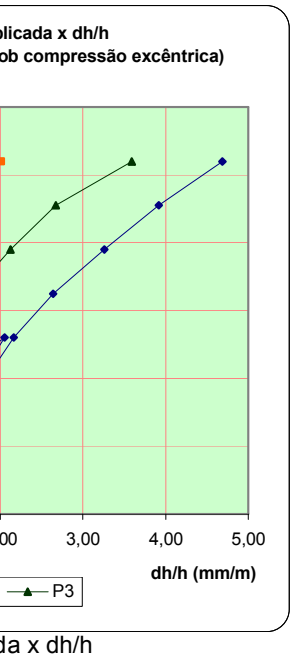
Carga (kN)	PAREDE 1		PAREDE 2		PAREDE 3	
	DM[3] (mm)	D3 (mm)	DM(mm)	D3(mm)	DM(mm)	D3(mm)
3,25	0,01	-	0,01	-	-	-
6,50	0,05	0,40	0,04	0,10	0,03	0,40
-	0,01	0,10	0,02	0,10	-	0,10
6,50	0,05	0,40	0,06	0,20	0,03	0,40
13,00	0,14	0,90	0,11	0,40	0,09	0,70
26,00	0,32	2,00	0,22	1,00	0,19	1,20
39,00	0,50	3,70	0,31	1,40	0,32	2,20
52,00	0,71	5,60	0,45	2,00	0,46	3,30
-	0,19	2,00	0,14	0,20	0,03	0,30
52,00	0,75	5,90	0,49	2,00	0,48	3,40
65,00	0,94	7,20	0,64	2,50	0,62	4,50
78,00	1,20	8,90	0,83	3,20	0,79	5,80
91,00	1,50	10,70	1,03	4,00	1,00	7,30
104,00	1,83	12,80	1,29	5,50	1,22	9,80

A figura 2 apresenta os gráficos de carga *vs* deslocamento vertical e horizontal registrados durante os ensaios de compressão com carga excêntrica. Os deslocamentos (DM), (obtidos pela média de medições em dois relógios comparadores) residuais variaram entre 0,03 mm e 0,19 mm. Os deslocamentos (DM) máximos, medidos para uma carga de 104 kN, variaram entre 1,22 mm e 1,83 mm. Os deslocamentos horizontais (D3) máximos, medidos durante a aplicação da carga de 104 kN, variaram entre 5,5 mm e 12,8 mm. Em se tratando de paredes com blocos intertravados e isentos de argamassa de assentamento, os valores encontrados são, a nosso ver, aceitáveis. Aproveita-se ainda, este momento para divulgar os resultados deste estudo com o objetivo de contribuir com futuros resultados de outros pesquisadores.



(a) Carga x deslocamento vertical (b) Carga x deslocamento horizontal

Figura 2 – Diagramas carga x deslocamento das paredes P1, P2 e P3



da x dh/h

ical e horizontal

A figura 3 apresenta gráficos de carga x deformação vertical e horizontal. No gráfico da figura 3(a) observa-se que a parede P2 apresentou valores intermediários se comparados com os valores obtidos em P1 e P3, mas muito próximos dos resultados da parede P3. Considerando a carga de 104 kN, as deformações verticais variaram entre 0,45 e 0,67 (mm/m); as horizontais entre 2,01 e 4,69 (mm/m); e as deformações verticais residuais entre 0,01 e 0,07 (mm/m).

4 DISCUSSÃO

Os deslocamentos verticais, das paredes P1, P2 e P3, ensaiadas, foram de (i) 1,83 mm; (ii) 1,29 mm; e (iii) 1,22 mm, respectivamente. As deformações relativas à altura das mesmas paredes foram de 0,67 mm/m; 0,47 mm/m; e 0,45 mm/m, respectivamente. Considerando-se um valor médio para as deformações de todas as paredes ensaiadas, chegou-se ao valor de 0,53 mm/m. Comparando-o com os obtidos por BARBOSA (1996), verifica-se que ele é perfeitamente aceitável, principalmente porque a excentricidade usada pelo pesquisador indicado foi inferior a utilizada neste trabalho.

As deformações residuais verticais ficaram entre 0,01 e 0,07 mm/m. Estes valores, segundo ASSIS (2001) são perfeitamente aceitáveis para este tipo de parede. A deformação residual horizontal máxima, relativa a altura da parede foi de aproximadamente 0,73 mm/m. Comparando o deslocamento máximos residual com o máximo medido durante o ensaio, verifica-se que o residual é 15% do máximo registrado durante o ensaio. Como não se comparou este resultado com o de nenhuma referência bibliográfica, ele serve como elemento para possíveis comparações futuras.

Os deslocamentos horizontais obtidos nos ensaios das paredes P1, P2 e P3, foram de: 12,8 mm; 5,5 mm; e 9,8 mm, respectivamente. Chegou-se a partir destes valores ao valor médio de 9,37 mm. Relacionando este valor com a altura da parede chegou-se a h/dh = 291. Este valor não foi comparado com nenhuma referência, mas poderá servir para futuros estudos similares aos aqui apresentados.

Considerando-se que a carga média de ruptura das paredes foi de aproximadamente 104 kN/m com um coeficiente de variação de 8,6%, obteve-se o coeficiente de minoração γ, do seguinte modo: $\gamma = 1 + 4xCv = 1,34$. Utilizando-se este valor chegou-se à carga segura de: $Pr/\gamma = 104/1,34 = 77,3$ kN/m. Como o valor máximo, por hipótese, foi de 22,42 kN/m, concluiu-se que paredes similares às pesquisadas neste trabalho suportariam o carregamento excêntrico indicado e, que seria possível utiliza-las, para edificações de até três pavimentos, quando sem abertura, carregamentos horizontais de vento de tremores de terra.

As paredes apresentaram ruptura “quasi frágil” por flexo-compressão tendo sido constado esmagamentos localizados nas fiadas 18ª. e 20ª. nas paredes P1 e P2. Durante a aplicação das cargas não houve fissuração visível nos blocos. Proximamente à carga de ruptura, alguns blocos apresentaram fissuração vertical próxima ao seu centro deles. A parede P3 ruiu, imediatamente após a aplicação da carga máxima. Neste caso poder-se-á considerar a sua ruptura como frágil. As curvas carga x deslocamento, correspondentes às três paredes ensaiadas mostraram um comportamento próximo do linear e, após as descargas os deslocamentos residuais foram variados.

5 CONCLUSÕES

As deformações relativas à altura das paredes foram para P1, P2 e P3, 0,67 mm/m; 0,47 mm/m; e 0,45 mm/m, respectivamente, sendo a deformação média de 0,53 mm/m.

As deformações residuais verticais em mm/m, ficaram entre 0,01 e 0,07. A deformação residual horizontal máxima foi de aproximadamente 0,73 mm/m, tomando a altura da parede como referência. O deslocamento residual máximo foi 15% do deslocamento máximo medido.

O valor médio dos deslocamentos horizontais obtidos nos ensaios das paredes foi de 9,37 mm e a relação entre este valor e a altura das paredes foi de h/dh = 291.

A carga média de ruptura das paredes foi de 104 kN/m e a carga máxima, com segurança foi de 77,3 kN/m. A partir deste valor é possível executar paredes com a configuraçao estudada, com segurança, para até três pavimentos, para edificações construídas no Brasil, por não considerar carga de vento e terremoto.

As paredes apresentaram ruptura “quasi frágil” e frágil por flexo-compressão.

Bibliografia

Assis, João Batista Santos de (2001). *Avaliação experimental do comportamento estrutural de paredes não armadas, submetidas à compressão axial, construídas com tijolito*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Assis, João Batista Santos de (2008). *Determinação experimental da resistência à tração na flexão em paredes construídas com blocos intertravados de solo-cimento*. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1983). NBR 6461. *Bloco cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão*. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008). NBR 15.575. *Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT.

Barbosa, Normando Perazzo (1996). *Construção com terra crua, do material à estrutura*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.

British Standards Institution (1992). BS-5628: Code of practice for structural use of masonry: part I: unreinforced masonry. London.

Cavalheiro, O. P. (1994). Alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto: exemplo de cálculo segundo a norma brasileira. *International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries*, 5, Florianópolis. Proceedings … Florianópolis: UFSC, p. 375-385.

Notas

(1) Considerou-se o telhado com telhas cerâmicas, engradamento de madeira e laje pré-moldada revestida. O telhado e a laje foram considerados bi-apoiados.

(2) (a) A tensão f_p foi obtida a partir da área bruta, determinada com base no desenho do bloco apresentado na figura 1; (b) Os prismas A receberam argamassa em todos os furos; e (c) Os prismas B receberam argamassa somente no furo pequeno central.

(3) DM representa a média dos valores de D1 e D2, relógios comparadores que mediram os deslocamentos verticais. D3 indica os valores obtidos em leituras do relógio comparador que mediu os deslocamentos horizontais.

Curriculum

Joao Batista Santos de Assis: Engenheiro Civil (PUCMinas/Br, 1977), Mestre em Engenharia de Estruturas (UFMG,2001). Doutor em Engenharia de Estruturas (UFMG, 2008), professor e coodenador do Curso de Engenharia Civil da PUC Minas.

Eduardo Chahud: Professor e Coordenador do Curso de Mestrado em Construção Civil da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC, Doutor em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo.

Paulo Santos de Assis**:** Professor Titular da Escola de Minas de Ouro Preto, Prof. da REDEMAT, Prof. Honorário da HUST, China. Pesquisador em Materiais, Qualidade, Meio Ambiente e Custo.

A UTILIZAÇÃO DA CORTIÇA EM PAREDES DE ADOBE, CONTEXTO HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Joana Guerreiro da Silva[1], Clara Pimenta do Vale[2]
[1,2]FAUP – Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
Via Panorâmica s/n 4150-755 Porto, Portugal
Tel: (+351) 226 057 100, Fax (+351) 226 057 199
[1]E-mail: joanaguerreirosilva@gmail.com
[2]CEAU – Centro de Estudos de Arquitectura e Urbanismo
[2]E-mail: clara.vale@arq.up.pt

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento.
Palavras-chave: Adobe, Cortiça, Arquitectura com terra.

Resumo
Como sabemos, a arquitectura de terra encontrou-se amplamente dispersa pelo mundo ao longo da História, havendo ainda numerosas situações em que permanece bastante expressiva.

Uma vertente particular desta arquitectura, muito associada a uma zona geográfica bastante bem delimitada e profundamente enraizada na cultura e no território português, é a introdução da cortiça como material construtivo, sempre associada à terra. Encontramos algumas referências a exemplos desta situação um pouco por todo o país, abrangendo vários sistemas construtivos dos diversos elementos que compõem a construção. Apesar de ser um conjunto de técnicas ancestrais e com bastante expressão no passado, actualmente são pouco conhecidas, votadas ao esquecimento.

O objectivo desta comunicação prende-se com o intuito de dar a conhecer uma vertente da arquitectura de terra pouco abordada e raramente referenciada. Procuramos também articular a informação existente de forma a levantar possibilidades e fomentar a criatividade para reintroduzir este material tão expressivo, ecológico e surpreendentemente tradicional na arquitectura contemporânea, não se limitando apenas aos actuais revestimentos e isolamentos.

1. ARQUITECTURA TRADICIONAL

Da mesma forma que a construção com terra constituiu uma arquitectura popular, no sentido lato – uma arquitectura utilizada pelas classes menos abastadas ao mesmo tempo que verifica uma extraordinária difusão –, nas zonas de montado de sobro, a cortiça foi recorrentemente elemento integrante dessa construção, empregue de forma bastante ampla, não se limitando sequer às classes sociais ou funções inferiores.

Existem registos do emprego da cortiça em construções um pouco por toda a orla mediterrânica, nas zonas onde o sobreiro vegeta enquanto espécie endógena.

Em Portugal, enquanto principal produtor, com montado outrora amplamente disseminado por todo o território, a introdução da cortiça na construção com terra foi bastante expressiva e usual, principalmente antes do crescente interesse económico de que este material foi alvo, a partir do século XVIII.

O registo nacional mais antigo do emprego da cortiça na construção vem do povoado da Cola, o Castro da Cola (próximo de Beja), onde este material foi encontrado como revestimento de silos no subsolo; aplicação idêntica se encontra na antiga Sinagoga de Castelo de Vide, datada dos finais do século XIV (Viana, 1960).

Ainda dentro da utilização da cortiça como revestimento em associação à terra, surgem referências à sua aplicação em paredes. Na primeira metade do século XVI, o interior das igrejas matrizes de Milfontes e do Cercal encontrava-se revestido a

madeira e cortiça, sendo provavelmente o tecto forrado a madeira e as paredes a cortiça. A descrição remete para a existência de paredes de pedra e barro “oliveladas de cortiça toda pintada”. Em 1573, D. Sebastião pernoitou em Colos numas casas “térreas e pequenas” com apenas dois compartimentos habitáveis por serem revestidos a cortiça (Quaresma, 2009).

Apesar de ser a tendência actual, ao longo da História o emprego da cortiça não se restringiu apenas a revestimentos ou forros. Este material conformou alvenarias, travou taipas e foi parte integrante das suas argamassas, utilizada sob diversas formas e em distintos sistemas construtivos, sempre associada à construção com terra.

Neste âmbito surgem vários e distintos exemplos, tendo, alguns deles, ainda chegado aos nossos dias. A referência mais antiga ao emprego da cortiça em paredes estruturais exteriores pertence ao diário de viagem de Cosme de Médicis por Portugal e Espanha, datado de 1668/9 (Magalotti, 1668/69). No relato, referem-se casas de lavradores cujas paredes eram conformadas com pranchas de cortiça sobrepostas argamassadas com terra, registo deixado também em desenho por Pier Maria Baldi, no mesmo diário. Já no século XX, foram referenciadas casas antigas em Vale de Feiteira, concelho de Gavião, Portalegre, cujas paredes foram elevadas da mesma forma, havendo mesmo uma delas, datada de 1931, onde foram empregues pedaços e cortiça provenientes de casas arruinadas (Vasconcelos, 1975). Mais recentemente, registamos três construções que chegaram à actualidade: em Baleizão, Vila Nova de Santo André, existe uma casa ainda habitada, cuja data de construção é desconhecida, em que se pode observar o emprego da cortiça nas paredes estruturais exteriores sob a forma de pranchas sobrepostas (Ferreira, 2000; Pinho, 2000); na zona de Montemor-o-Novo encontramos dois exemplos: trata-se de edifícios anexos, em contexto rural, de apoio à actividade agrícola - na Herdade da Cascada, um edifício de três compartimentos, actualmente em ruínas, apresenta dois sistemas construtivos em que foi empregue a cortiça, um deles semelhante ao que podemos encontrar noutra herdade próxima – a Herdade da Gralheira (Ferreira, 2000).

Ainda associada a paredes exteriores, encontramos uma referência particular aos muros divisórios entre quintais e propriedades agrícolas. Na zona de Alvalade e Colos, estes muros, edificados em taipa sobre caboucos de pedra, eram frequentemente encimados por pranchas de cortiça que sobressaíam lateralmente, com o intuito de proteger os cultivos de pessoas e animais (Guedes, 1992).

Por fim, ainda dentro do tema das construções rurais com terra, Stéphane Boissellier indica que, no século XIV, no Baixo Alentejo, onde predominam as construções em taipa, era frequente a utilização da cortiça em coberturas (Boisselier, 1998); relato semelhante faz Manuel Conde relativamente à zona entre Abrantes e Tomar (Conde, 1997); também nos desenhos de Duarte de Armas, do início do século XVI, se identificam povoados onde predominam claramente as coberturas em cortiça (Armas, 1990); A. Banha de Andrade refere a existência de casas de taipa cobertas de cortiça, no ano de 1520, na Landeira (Ferreira, 2000); em 1758 surge igualmente uma referência a cobertura em cortiça numa casa em São Lourenço de Lavre por Albert Silbert (Ferreira, 2000); por fim, uma carta de D. Pedro I de 17 de Fevereiro de 1364 concede aos moradores de Santa Maria da Glória (Salvaterra de Magos) o direito de “colher” cortiça livremente para cobrir as suas casas (Vieira, 1988). Assim, parece claro e amplo o emprego da cortiça como cobertura de construções de terra.

Desta forma, podemos assumir que o emprego da cortiça na construção foi bastante expressivo e abrangente no que toca à Arquitectura Tradicional Portuguesa, principalmente em contexto rural. Em estruturas independentes, como em coberturas

com estrutura de madeira, ou compondo paredes, este material foi recorrentemente utilizado sempre associado à terra ou à arquitectura de terra.

2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Analisando concretamente e de forma aprofundada os sistemas construtivos que envolvem terra e cortiça na formação de paredes estruturais exteriores, podemos identificar dois tipos e ainda levantar, pelo menos, duas hipóteses plausíveis. Todos estes sistemas, por serem variantes da construção com terra, apresentam afinidades com os sistemas mais correntes de taipa e adobe. Assim, são de salientar alguns pontos comuns: a construção de um embasamento contínuo em pedra no subsolo que se eleva um pouco acima da cota do terreno de modo a proteger a terra da humidade ascendente e a base da parede dos salpicos decorrentes das chuvas; a necessidade de atender à qualidade da terra, nomeadamente à sua composição e adequação para funcionar como ligante; a necessidade de garantir a manutenção da parede quer seja através da reposição ou reforço de partes que possam eventualmente desgastar-se na estação de chuvas ou procurando proteger a terra recorrendo a um material isolante, como por exemplo a cal; e, finalmente, garantir a protecção do topo da parede de forma a impedir a entrada de água proveniente da cobertura uma vez que conduziria facilmente à erosão da terra e ruína do muro. Os exemplos que encontramos estão já em avançado estado de degradação provocados pela perda da cobertura e pela falta de manutenção da própria parede uma vez que vários estão abandonados.

Começamos por abordar os dois sistemas construtivos dos quais existem relatos e ainda alguns exemplos. Ao primeiro e mais comum vamos atribuir a designação de *“alvenaria de pranchas de cortiça”*. Este sistema caracteriza-se por empregar a cortiça sob a forma de pranchas cujo comprimento define a espessura da parede, que normalmente abrange 0,50 m a 0,70 m. As pranchas de cortiça são sobrepostas contrafiadas e de forma transversal ao muro, ligadas por argamassa de terra, funcionando como se cada uma se tratasse de um tijolo ou adobe. O acabamento da parede pode procurar a regularidade através da homogeneização da dimensão das pranchas e do enchimento do espaço entre elas, ou pode apresentar uma textura irregular, deixando as pranchas salientes. O exemplo ainda existente apresenta uma textura forte pelo desalinho e heterogeneidade das pranchas e pelo recuo do material ligante, provavelmente derivado à erosão da terra.



Fig. 1 – Parede em "alvenaria de pranchas de cortiça" na Herdade da Gralheira, Montemor-o-Novo (Crédito: Rui Ferreira, 2000)

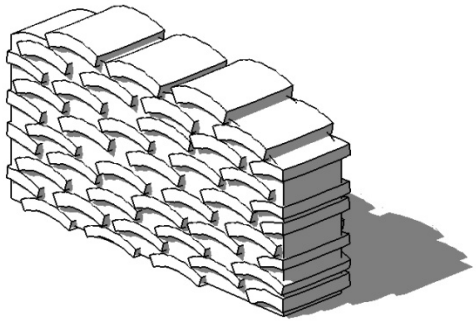


Fig. 2 – Esquema do sistema construtivo de paredes em "alvenaria de pranchas de cortiça" (Crédito: autoras, 2009)

Quanto ao segundo sistema, não se encontram relatos, existe apenas um exemplo que perdurou até aos nossos dias, apesar de votado ao abandono há já vários anos. Trata-se de um processo construtivo mais complexo a que vamos chamar *"alvenaria de pedaços de cortiça"* por nele ser empregue cortiça de grande espessura sob a forma de pedaços.

Aquando da sua extracção com um machado, a cortiça apresenta sempre algumas faces regulares uma vez que a zona onde incidiu a ferramenta será plana. Estes pedaços são utilizados como se de adobes se tratassem, assentando uns sobre os outros, contrafiados e argamassados com saibro e cal, dispostos com uma das faces regulares para o exterior. A complexidade do sistema reside no facto de que este muro é conformado por dois panos de parede dos acima descritos dispostos paralelamente, aos quais se conferia consistência através do preenchimento do espaço intersticial com terra e pedras e pedaços mais pequenos de cortiça, perfazendo um total de cerca de 0,60 m de espessura. Este sistema permitia ir reduzindo a espessura da parede ao longo da altura, de forma a conferir-lhe mais estabilidade. Não é, contudo, possível um levantamento com este grau de informação.



Fig. 3 – Parede em "alvenaria de pedaços de cortiça" na Herdade da Cascada, Montemor-o-Novo (Crédito: Rui Ferreira, 2000)

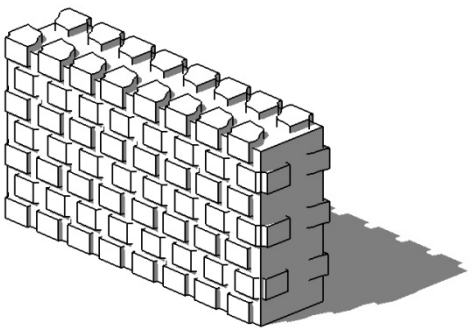


Fig. 4 – Esquema do sistema construtivo de paredes em "alvenaria de pedaços de cortiça" (Crédito: autoras, 2009)

É de considerar que, na construção destas paredes, pudesse ser usado uma espécie de taipal de forma a assegurar a verticalidade do muro. Este elemento, conformado por tábuas, poderia ser colocado num dos lados da parede, apoiadas no qual se iriam desenvolvendo os dois panos. Poderia, ainda, ser utilizado um segundo elemento destes, funcionando como se de uma parede de taipa se tratasse. Neste caso, o taipal teria uma altura reduzida, talvez inferior aos 0,50 m convencionais, de forma a permitir a colocação das peças encostadas às suas laterais, sendo depois atirada e pisada a terra no espaço entre as duas paredes, ganhando coesão. É provável que esta situação de recurso ao taipal se verificasse pois seria a forma de conferir resistência às paredes de cortiça para permitir bater firmemente a terra entre elas. Ao contrário do sistema idêntico mas utilizando pedra, a cortiça tem um peso volúmico muito inferior ao da terra ou de outros elementos de enchimento, pelo que facilmente ocorreriam deformações.

Entrando nas situações hipotéticas que consideramos possíveis e passíveis de serem exploradas para futuras utilizações, começamos por abordar uma versão alternativa do primeiro sistema de pranchas de cortiça mas empregando-as com diversos comprimentos, a qual vamos designar por *“alvenaria de pranchas diversas de cortiça”.* Esta variante do sistema analisado anteriormente divergiria daquele por apresentar as pranchas com diversos tamanhos, dispostas longitudinal e transversalmente à parede, igualmente argamassadas com terra. Este sistema permitia introduzir pranchas maiores sem se desperdiçarem partes, ao mesmo tempo que travaria a parede. Contudo, estas pranchas dispostas de forma longitudinal teriam de ser mais largas, uma vez que condicionariam a espessura da parede.

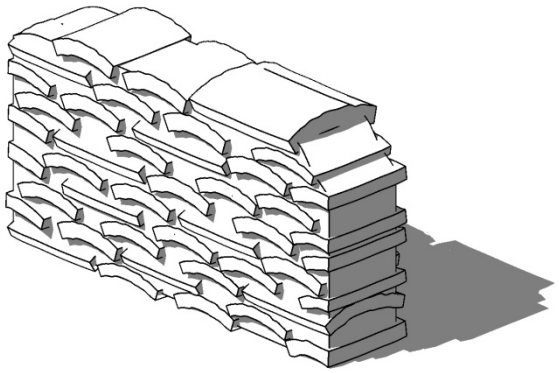


Fig. 5 - Simulação do sistema construtivo de paredes em "alvenaria de *pranchas diversas de cortiça*" (Crédito: autoras, 2009)

Afastando-nos do emprego da cortiça de forma muito próxima à do adobe, é de colocar a hipótese de que a cortiça tenha também formado parte integrante de argamassas de taipa – *“taipa com cortiça”*. Tal como é frequente reforçar e encher estas argamassas com pedras ou elementos fibrosos como palhas ou limalhas de ferro, a cortiça, entendida como material excedentário, poderá integrar este sistema uma vez que se tratam de peças de superfície e forma irregulares ao mesmo tempo que são leves e em nada prejudicam as capacidades isolantes e impermeabilizantes da taipa. Continuando no contexto da taipa, é possível que pedaços pequenos de cortiça sejam utilizados como travamento entre as fiadas decorrentes deste sistema construtivo, substituindo ou articuladas com o frequente xisto. Apesar de ser bastante compressível, a estrutura alveolar impermeável e preenchida por ar da cortiça garantiria uma pressão constante e activa no travamento das fiadas. Para além disso, estas camadas têm também a função de cortar a humidade ascensional entre as fiadas de taipa, protegendo a terra, e neste contexto a cortiça consiste igualmente num

excelente material pois é completamente impermeável e, apesar de orgânico, é imputrescível.

Por fim, ainda dentro do sistema da taipa, resta-nos referir os exemplos históricos abordados anteriormente sobre as igrejas de Milfontes e do Cercal e as casas em Colos. Apesar de haver um registo claro, não foram anotadas questões construtivas, impossibilitando-nos de analisar fielmente o sistema construtivo empregue. Contudo, tratando-se de construções de terra em que a cortiça é apenas o revestimento, depreendemos que tenha sido empregue o sistema de taipa corrente mas em que, aquando da colocação do taipal, foram dispostas pranchas de cortiça previamente aplanadas (tradicionalmente chamuscando a superfície) ao longo destas tábuas. Posteriormente, seria introduzida e pisada a terra no espaço entre as pranchas, ficando estas fixas, funcionando como o acabamento da parede e como sua protecção, uma vez que a cortiça se trata de um material impermeável. Finalmente, esta superfície contínua em cortiça seria caiada e, ao fim de alguns anos de manutenção, apresentaria, certamente, uma superfície perfeitamente regular, não deixando transparecer a textura da cortiça sob as sucessivas camadas de cal.

Em todos os sistemas analisados, a cortiça empregue seria maioritariamente cortiça de desbóia (proveniente da primeira extracção), preferentemente de uma desbóia tardia, em que esta atinge uma elevada espessura, ultrapassando facilmente os 10 cm. Poderia também ser cortiça secundeira (procedente da segunda extracção) uma vez que, tal como a primeira, é mais irregular e espessa. Assim, em ambos os estados de exploração, este material tem maior interesse na construção, por ser mais rentável e por facilitar a aderência do ligante, e menor interesse para a indústria, por desadequação ao fabrico de rolhas, o principal campo transformador de cortiça. Contudo, tratam-se de técnicas que existiam já antes do grande aumento do interesse económico da cortiça no século XVIII. Nessa época, a cortiça seria vista como um material abundante e excedentário que, por não ser retirada regularmente, atingia grandes espessuras, sendo extraída pontualmente apenas para possibilitar acesso ao entrecasco, no tronco do sobreiro, utilizado nos curtumes.

3. ARQUITECTURA CONTEMPORÂNEA

Hoje em dia é cada vez mais frequente encontrar cortiça na construção, ainda que principalmente sob a forma de derivados e aplicado em revestimentos. Por se tratar de um material com grande potencial e com características que satisfazem as actuais preocupações ambientais, está a ser alvo de diversos estudos em várias áreas, incluindo a da construção.

Estão em curso estudos para associar a cortiça a outros materiais de forma a lhe conferir características para que possa integrar materiais compósitos, estruturalmente resistentes, passíveis de ser empregues na construção com função diversa dos revestimentos. O maior desperdício da indústria transformadora da cortiça é o pó mas este material é passível de integrar inúmeros compósitos, muitos deles com interesse para a construção (Gil, 2009). Uma dessas hipóteses é a associação deste granulado muito fino de cortiça a termoplásticos com baixo índice de fusão, materiais inócuos em comparação com as colas comuns pela inexistência de solventes e não toxicidade. Este processo leva a que a cortiça perca a sua elasticidade, conferindo-lhe assim maior estabilidade, sendo este material apto a conformar vários tipos de painéis (Gil, 2009). Este mesmo estudo aborda a introdução de pó de cortiça em estruturas de betão de forma a absorver as oscilações de volume derivadas das variações térmicas, existindo ainda análises que comprovam o contributo da cortiça para melhorar a resistência destas estruturas a períodos de gelo-degelo (Branco *et al.,* 2009).

Contudo, a cortiça pode ir além das suas capacidades físicas e químicas que a tornam tão apta à manipulação e aplicação na construção. Também enquanto matéria-prima não trabalhada, a cortiça apresenta características expressivas passíveis de ser parte integrante de uma intenção arquitectónica, quer se tratando de um elemento isolado e válido enquanto tal, quer como um processo construtivo aplicado de forma genérica à edificação. À parte da expressividade já explorada dos aglomerados, retomando as aplicações tradicionais que vimos antes ou explorando novas, podemos conferir uma aparência de presença forte a uma superfície ou elemento ao mesmo tempo que se recupera um processo tradicional e ecológico de construção.

Para poder aplicar os processos construtivos tradicionais haveria em primeiro lugar que os conhecer bem e seria fulcral conferir-lhes maior conforto, pelo menos, em termos de limpeza e manutenção e maior capacidade de resistência à erosão, não sendo o rigor ou regularidade da parede um factor principal, pois daí se poderia explorar o potencial expressivo do sistema. Este passo, devido à inexistência de exemplos, teria de ser explorado com base em experiências e no desenvolvimento de um conjunto de ensaios.

Como passo básico, haveria que aplicar um acabamento contínuo - talvez a tradicional cal, um verniz ou tinta - de forma a proteger o material ligante – a terra – da erosão e permitir maior facilidade de limpeza às pranchas de cortiça, uma vez que se trata de um material com superfícies rugosas. O factor cromático é também fulcral que seja abordado, podendo então ser explorada simplesmente a textura da cortiça e da terra. Outro dado que vale a pena frisar é que, como foi possível constatar pela observação dos casos ainda existentes, as peças de cortiça, quando expostas aos agentes atmosféricos, adquirem exteriormente uma tonalidade acinzentada heterogénea, conferindo à parede uma aparência que se aproxima à da pedra, principalmente em sistemas como o de “alvenaria de pedaços de cortiça” em que os elementos, pela sua configuração e forma como são colocados, se assemelham à estereotomia da pedra.

Apresentamos aqui possíveis aparências de paredes que exploram a expressividade destes sistemas construtivos que envolvem a cortiça e a terra.

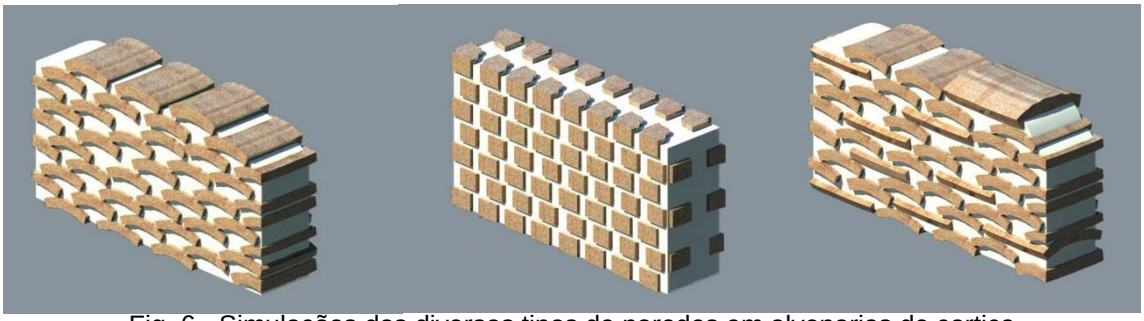


Fig. 6 - Simulações dos diversos tipos de paredes em alvenarias de cortiça
(Crédito: autoras, 2009)

Para terminar, resta ainda salientar a adequação destes materiais e sistemas construtivos às actuais questões e preocupações ambientais. A cortiça é um material natural e naturalmente renovável uma vez que, após extraído, volta a ser gerado. Para além disso, é um material resistente, duradouro e imputrescível, podendo ser reutilizado mesmo passados vários anos da sua aplicação inicial já que não perde as suas características. Aplicado sob a sua forma natural ou como aglomerado ou compósito, é possível voltar a empregá-lo: enquanto prancha ou pedaço, a construção pode ser desmantelada aproveitando a cortiça para reconfigurar a parede ou formar uma nova, havendo mesmo referências históricas a situações semelhantes, de reutilização deste material; no que diz respeito aos aglomerados, é possível voltar a

triturar as pranchas para dar origem a novos materiais; enquanto material compósito, se no momento do fabrico tiver sido atendida a questão da estandardização e modulação, tratar-se-á de um material resistente, passível de ser aplicado noutro contexto. Assim, o emprego da cortiça associada à terra, outro material facilmente reutilizável, configura um sistema construtivo de ciclo completo que de resíduo se transforma em recurso com grande facilidade.

Bibliografia

Armas, D. (1990). *Livro das Fortalezas.* Fac-Simile do Ms. 159 da Casa Forte do Arquivo Nacional da Torre do Tombo. Introdução de Manuel da Silva Castelo Branco. Lisboa: Arquivo Nacional da Torre do Tombo e Edições Inapa.

Boisselier, S. (1998). *Naissance d'une identité portugaise: la vie rurale entre Tage et Guadiana de l'Islam à la Reconquête: Xe – XIVe siècles.* Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda.

Branco, F. G., Reis, M. de L. B. e Tadeu, A. (2009). *Avaliação experimental do comportamento de betão com cortiça sujeito a ciclos gelo-degelo.* Patorreb.

Conde, M. S. A. (1997). *O Médio Tejo nos finais da Idade Média: a terra e as gentes*. Ponta Delgada: Universidade dos Açores. Tese de Doutoramento em História Medieval.

Ferreira, R. F. (2000). *Construções de cortiça e terra de cortiçadas de Lavre*. *Almansor – Revista de Cultura*, nº 14. Montemor-o-Novo: Câmara Municipal de Montemor-o-Novo.

Guedes, L. da C. (1992). *A viagem de Christian, príncipe de Waldeck, ao Alentejo e Algarve descrito pelo Barão Van Weiderhold 1798.* Arquivo Histórico Militar, volume 60. Lisboa. p.56.

Gil, L. (2009). Cork Composites: A Review. *Materials.* No. 2, 2009. Disponível em www.mdpi.com/journal/materials (Acedido a 20 de Setembro de 2009) pp. 776 a 789.

Magalotti, L. (1669). *Viaje de Cosme de Médicis por España y Portugal (1668-1669).* Disponível em http://purl.pt/12926 (Acedido a 15 de Março de 2009).

Pinho, F. F. S. (2000). *Paredes de edifícios antigos em Portugal.* Lisboa: LNEC. pp. 148 e 149.

Quaresma, A. M. (2009). *O uso da taipa nas igrejas e outras construções em Alvalade. Uma abordagem à visitação espatária de 1510.* Disponível em http://www.alvaladeinfo.pt (Acedido a 20 de Setembro de 2009).

Vasconcelos, J. L. de (1975). *Etnografia Portuguesa.* Volume III. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda.

Viana, A. (1960). *Notas históricas, arqueológicas e etnográficas do Baixo Alentejo: Nossa Senhora da Cola*. Beja.

Vieira, J. A. N. (1988). Legislação relativa ao sobreiro e à cortiça. *Boletim Cortiça*, Suplemento do No. 600. Lisboa: Instituto dos Produtos Florestais.

Curriculum

Joana Guerreiro Silva arquitecta (FAUP, 2009).

Clara Pimenta do Vale arquitecta (FAUP, 1991) MA em Construção de Edifícios (FEUP, 1999), Doutoranda em História da Construção (FAUP, 2003) e Investigadora no CEAU.

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MATERIALES TRADICIONALES. LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Marta Molina Huelva
Molina Arquitectos
Montecarmelo 7, 3b, 41011 Sevilla, España
Tel. (+34) 627438125; E-mail: molinahuelva@gmail.com

Tema 3: Técnicas, construcción, investigación y desarrollo.
Palabras clave: energía, materiales tradicionales, rehabilitación térmica.

Resumen
Desde el acuerdo del Protocolo de Kioto de las Naciones Unidas (1997) se han tomado medidas de reducción de emisiones de gases contaminantes. En concreto, en el sector de la edificación la aprobación de la Directiva de Eficiencia Energética de los edificios 2002/91/CE ha sido el comienzo de un nuevo planteamiento y de nuevas medidas para el ahorro energético en este sector.

En este sentido, es necesario un análisis de la eficiencia energética de los edificios, tanto de sus materiales, como de soluciones técnicas y sistemas constructivos encaminado a la búsqueda de soluciones que disminuyan las emisiones de CO2 y conlleven a una mejora de la sostenibilidad.

Frente a los novedosos materiales y sistemas constructivos que están apareciendo en la actualidad para atender a los niveles de exigencia de las normativas, no podemos olvidar los materiales tradicionales. Aunque durante mucho tiempo se han rechazado por su bajo rendimiento, sin duda las grandes ventajas que implica su utilización, está haciendo que se vuelva a replantear su uso, con nuevos procesos y nuevas técnicas.

Se presenta en este artículo el estudio del comportamiento de materiales naturales y tradicionales empleados en la construcción de viviendas y cuales son sus niveles de prestaciones referentes al comportamiento energético. Se estudian materiales (adobe, piedra, madera, morteros, aislantes orgánicos,…) y soluciones constructivas que se emplean en arquitectura popular, su eficiencia energética y su impacto medioambiental.

Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación “Aspectos constructivos y estructurales a considerar en la rehabilitación de viviendas en Andalucía para el ahorro energético” que desarrolla en la actualidad el autor, financiado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio, de la Junta de Andalucía, España en la convocatoria 29/07/2007 de subvenciones para actividades de investigación en materia de arquitectura y vivienda.

1. INTRODUCCIÓN

Con el Protocolo de Kioto se han tomado medidas de reducción de emisiones de gases contaminantes. Este acuerdo exige el compromiso por parte de los estados miembros de la reducción de las emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero. Se pretende reducir las emisiones entre 2008 y 2012 respecto a los valores del año 1990. Reducir la demanda energética es el primer paso para reducir las emisiones de CO_2.

El sector de la construcción consume aproximadamente un 40% de los recursos energéticos en España. Los edificios consumen más del 50% de las materias primas. (Barker, 2005).

Además en el sector de la edificación la Directiva de Eficiencia Energética de los edificios 2002/91/CE ha sido el comienzo de un nuevo planteamiento de enfocar el

problema y de nuevas medidas para el ahorro energético en este sector. Supone un endurecimiento de la reglamentación térmica, fomentando la eficiencia energética de los edificios considerando las condiciones climáticas.

Es necesario el consumo responsable de los recursos que nos ofrece la naturaleza, debido a la situación actual en la que nos encontramos y al irremediable hecho del cambio climático. Una de las posibles soluciones es el empleo de materiales naturales, respetuosos con el medio ambiente y que tanto abundan en nuestra arquitectura popular.

El problema se plantea cuando aumentan las exigencias normativas, las necesidades de confort y la calidad de vida, y estudiar si estos materiales tradicionales, como sistemas constructivos con madera o piedra cumplen con los requisitos actuales de ahorro de energía, protección contra el ruido o salubridad.

2. ANTECEDENTES

Los últimos cambios en España relacionados con la normativa han hecho aumentar las exigencias de los materiales y sistemas constructivos. Con la aparición en 1999 de la Ley de ordenación de la Edificación (LOE) y la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE) por Real Decreto 314/2006, el cambio normativo ha sido de gran envergadura. Dentro del CTE se encuentran los documentos de aplicación, entre otros de “Ahorro de Energía“ CTE-DB-HE, de “Protección contra el Ruido“ CTE-DB-HR y de “Salubridad“ CTE-DB-HS. Los productos de la construcción que se vayan a incorporar a los edificios de una forma permanente y según su uso, llevarán un marcado CE, según establece la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE.

Frente a los novedosos materiales y sistemas constructivos que están apareciendo en la actualidad para atender a estos niveles de exigencia normativa, no podemos olvidar los materiales tradicionales. Aunque durante mucho tiempo se han rechazado por su bajo rendimiento, sin duda las grandes ventajas que implica su utilización, están haciendo que se vuelva a replantear su uso, con nuevos procesos y nuevas técnicas.

El empleo de estos materiales resulta idóneo por sus características y prestaciones, disminuyendo la explotación de los recursos naturales. Se estudia cuales son sus niveles de prestaciones respecto a temas energéticos y constructivos. Principalmente para aportar soluciones que permitan incorporar estos materiales a soluciones actuales e innovadoras.

3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MATERIALES TRADICIONALES

En el estudio energético de los materiales hay que tener en cuenta diversas variables energéticas:

- el análisis de ciclo de vida ACV
- la energía contenida en los materiales
- el comportamiento ante el clima local
- las características térmicas
- las características lumínicas, etc,.

Es importante considerar en los materiales de construcción el consumo energético por cada kilogramo de producto. Los materiales tradicionales tienen un consumo inferior respecto a otros materiales de construcción debido a su proceso de fabricación. Existen bases de datos como las del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC), en el Banco BEDEC en las que aparece en Megajules (Mj) o en Kilowatio hora (kWh) el consumo energético y las emisiones de CO_2 equivalentes debidas a la fabricación y transporte de los materiales de construcción por cada

kilogramo (las emisiones proporcionan datos sobre el potencial de calentamiento global). Por ejemplo el acero para barras corrugadas tiene un coste energético de 35 Mj/Kg y el hormigón prefabricado 2,3 Mj/Kg. (1)

Otro de los parámetros para el estudio de la eficiencia energética es el “Análisis del Ciclo de Vida” ACV. Resulta especialmente útil si se comparan elementos y sistemas constructivos entre sí, ya que comparando materiales los datos obtenidos son demasiado generalizados.

Para evaluar el ciclo de vida de los materiales (ver Fig. 1) hay que considerar en todas las etapas de su vida útil, el uso de energía, las emisiones, los recursos empleados, etc,. desde su extracción, procesado, comercialización y transporte a su puesta en obra, así como el mantenimiento y demolición y/o reutilización (Edwards, 2005, p. 112). El objetivo último del ACV es la propuesta de mejoras medio ambientales.

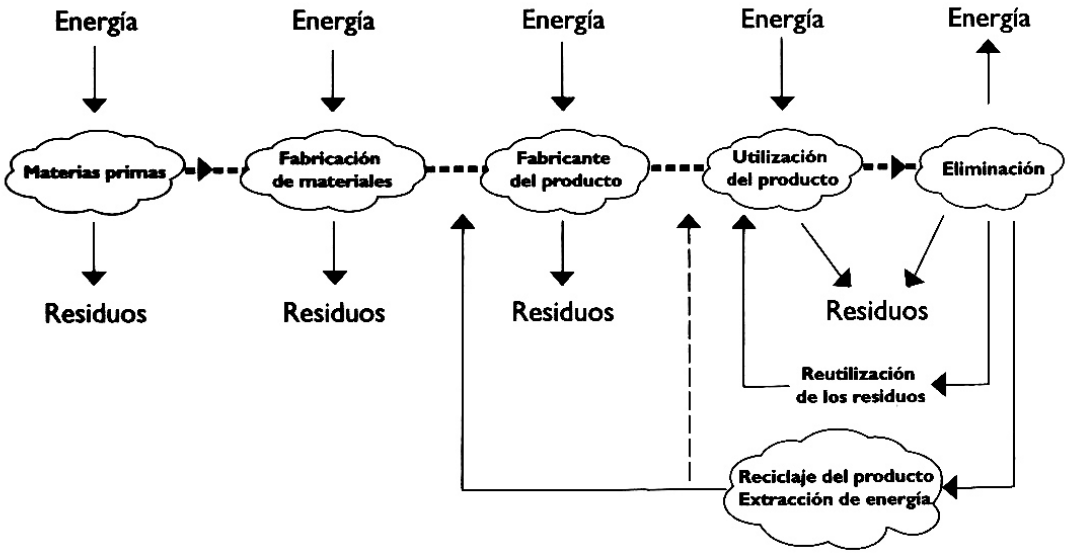


Fig.1 - Impacto del ciclo de vida de un ladrillo. (créditos: Guía básica de la sostenibilidad, Edwards 2005, p. 112)

Existen métodos sofisticados para el Análisis del Ciclo de Vida, para aplicarlos al estudio de edificios completos, sobre su construcción, uso y demolición. Señalar el método Green Buiding Challenge, la herramienta Eco-Quantum y diversas bases de datos.

- El método Green Building Challenge, es un método de análisis, evaluación y cuantificación del impacto medio ambiental de los edificios basado en el análisis de ciclo de vida en el que participan más de 20 países. Está formado por distintos criterios que analizan el edificio como el consumo de recursos, las cargas medioambientales directas.

  A partir del análisis de ciclo de vida se ha desarrollado el análisis del coste del ciclo de vida CCV, que estudia los costes del proyecto, construcción, funcionamiento (calefacción, refrigeración, iluminación,…) y mantenimiento del edificio (valor neto). Es una herramienta muy compleja que tiene en cuenta no sólo el coste del proyecto, sino la vida útil completa del edificio.

- La herramienta Eco-Quantum, analiza el ciclo de vida de unidades completas como muros de carga, cubiertas o tabiques.

El empleo de estos métodos es de gran utilidad para valorar el comportamiento energético y el impacto medioambiental de los materiales empleados en el proyecto, existiendo la posibilidad no sólo de estudiarlos a nivel de material sino a nivel de solución constructiva.

A continuación se estudian materiales y soluciones constructivas que se emplean en arquitectura popular, su eficiencia energética y su impacto medioambiental.

3.1. Materiales Pétreos

Los sistemas constructivos de piedra presentan una gran durabilidad. Destacan por su resistencia y gran capacidad térmica, además de su alto potencial reciclable. El impacto medioambiental de los productos pétreos es menor que el resto de materiales de construcción. Propiedades como elevada inercia térmica, resistencia y durabilidad hacen de ella que se siga empleando tanto como en obra nueva como en rehabilitación.

Es el transporte el que produce mayor impacto ambiental por su elevado peso, por lo que se recomienda el empleo de canteras locales.

Es un material que en la actualidad se presenta como una óptima opción constructiva por su elevada resistencia y capacidad térmica. Relativo a costes energéticos, por ejemplo un pavimento de piedra calcárea de 20 mm de espesor tiene un consumo energético de 1,21 Mj/Kg, un 25% menor que un pavimento de terrazo liso según la base de datos antes comentada del Itec. (1)

3.2. Madera

La madera es un producto sostenible y reduce el calentamiento global por su colaboración a la reconversión del CO_2 en oxígeno. Ha sido un material de construcción muy empleado, sobre todo en cubiertas y entramados. Es no contaminante, aunque hay que considerar el producto que se emplea para el acabado superficial. Se deben de usar acabados tipo ceras o aceites ya que los sintéticos pueden resultar de gran toxicidad.



Fig.2 - Casa 205, Vacarisses, de H Architectes. Vista interior (créditos: CSCAE, 2009, p.51)

Existen nuevos productos en el mercado como paneles de fibras gruesas de madera aglomeradas con yeso o con cemento blanco. Estos paneles tienen una conductividad térmica de 0,05 W/mK y una energía incorporada de 957 Wh/kg. También existen paneles ligeros con pequeñas fibras, con un coeficiente de conductividad de 0,05 W/mK y una energía incorporada de 492 Wh/kg.

Entre las nuevas técnicas señalar los paneles estructurales de madera recortadas con control numérico. Como ejemplo el empleado en la casa 205 en Vacarisses, de H Architectes en Barcelona (ver Fig.2 y 3), compuesta de una caja autoportante con paneles de madera de espesor 80 mm procedentes de bosques con el certificado de reforestación. (CSCAE, 2009)

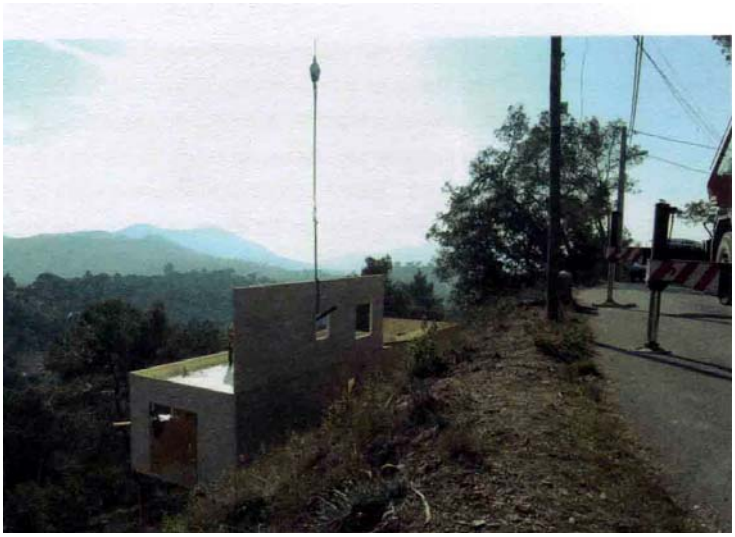


Fig.3 - Casa 205, Vacarisses, de H Architectes. (créditos: CSCAE, 2009, p.51)

3.3. Morteros

Los morteros de cal han sido el principal aglomerado en muros de fábrica hasta la aparición del cemento. Permite la reutilización de ladrillo o bloques por la forma de unión que origina. Es un material sostenible con gran variedad de aplicaciones.

3.4. Aislantes orgánicos

Es incuestionable la energía incorporada de los aislantes orgánicos frente a los industriales. Comparando las propiedades térmicas, se pueden conseguir óptimos resultados de aislamiento térmico con aislantes orgánicos (corcho natural, lana de oveja, fibra vegetal, …), eligiendo los espesores según las necesidades técnicas que requiera el proyecto.

El corcho tiene una densidad de 110/120 Kg/m3, un coeficiente de conductividad térmica de 0,037 / 0,040 W/mK, estabilidad dimensional, buena resistencia a la comprensión (flexible), durabilidad ilimitada, no absorbe agua por capilaridad y una energía incorporada de 837 Wh/kg por lo que resulta una opción muy competitiva para incorporarlo como aislamiento.

En el mercado existen gran variedad de aislantes orgánicos, destacar por su utilidad un aislamiento natural que se fabrica a partir de las fibras de cáñamo, 100 % reciclable y biodegradable. Tiene una conductividad térmica de 0,041 W/mk, y al ser transpirable, evita que se formen en su interior condensaciones. En cuanto al aislamiento acústico para espesores de 4 cm, absorbe hasta el 70% de las ondas incidentes de altas

frecuencias. Respecto al análisis de ciclo de vida el consumo de energía para su fabricación es mínimo.

Son materiales que se emplean en la actualidad tanto en rehabilitación como en obra nueva y son altamente competitivos.

4. LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Los productos derivados de la tierra (adobe, ladrillo y mortero de arcilla) destacan porque su energía incorporada es escasa, y presentan gran durabilidad. Su impacto medio ambiental es prácticamente nulo.

Son materiales de origen natural y provenientes de fuentes renovables, tienen un reducido impacto ambiental durante todo el ciclo de vida, durante su puesta en obra no se utilizan sustancias tóxicas, nocivas y contaminantes.

Garantizan un aislamiento tanto térmico como acústico, debido a su inercia térmica, que actúa como acumulador y va liberando la temperatura poco a poco, por lo que suaviza los cambios de temperaturas y reduce el gasto energético.

En cuanto a aislamiento térmico, la conductancia de la tierra depende del grado de humedad y de su densidad. Por ejemplo para un bloque compacto, es de aproximadamente 33 W/mk y para la tierra suelta la conductancia es de 2 W/mk. (CSCAE, 2007).

Debido a que los muros de tierra son permeables, en general no aparecen problemas de humedades, a no ser que empleemos un aislamiento térmico que actúe de barrera.

Permite un ahorro energético importante, sobre todo en los casos en los que ha habido un diseño bioclimático previo, con un bajo coste. Existen ejemplos como las viviendas de Civano (Arizona) de tierra y paja, en las que se consume 227Mj/año frente a 681 Mj/año de una construcción convencional, lo que supone un ahorro de hasta un 65% de energía (Suárez, 2006, p.16). Este proyecto también esta enfocado a realizar un taller educativo de construcción sostenible.

Señalar también las viviendas bioclimáticas del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables ITER de Tenerife (España). En estas viviendas, objeto de concurso (2), se emplea tierra obtenida del mismo lugar de la obra y se construyen según criterios bioclimáticos y optimizando las condiciones medioambientales (ITER 2009).

Dentro de las nuevas técnicas actuales destacar el bloque de tierra comprimido y la tierra armada con bambú.

El Bloque de tierra comprimido BTC es una de las soluciones más interesantes en las que se consigue una indudable mejora de las propiedades de la tierra como la disminución de fisuras, mayor flexibilidad del muro, menor retracción y mejor resistencia a la compresión. Reduce el consumo de energía en la fabricación, un bloque tomado con mortero de cal consume 452 Kwh frente a los 1134 Kwh de un ladrillo cocido tomando con cemento (Suárez, 2006, p.92). El coste energético de la tierra armada para un muro de contención es de 0,51 Mj/Kg (base de datos Itec).

En la tierra armada el bambú aporta gran flexibilidad al conjunto, siendo un material fácil de obtener y con alta resistencia a tracción. Se aplica principalmente en elementos a flexión tipo vigas de tierra armada. Es una solución óptima que aporta aislamiento térmico y acústico.

Existen soluciones empleando otro tipo de materiales que actúan de contenedores como los neumáticos rellenos de tierra. Es un sistema constructivo en tierra prensada y neumáticos, con los cuales se pueden realizar hasta viviendas completamente autosuficientes. También se emplean materiales reciclados o botellas de PET no retornables con altas resistencias químicas, buenas propiedades térmicas, e indeformabilidad al calor (Stagno, 2007).

Todas estas soluciones hacen de la tierra un material con múltiples posibilidades constructivas.

5. CONCLUSIONES

Se hace necesario el conocimiento del comportamiento energético de los materiales tradicionales para estimar su rehabilitación y recuperación y sobre todo la adaptación a las nuevas exigencias normativas.

En la mayoría de los casos es posible la convivencia entre materiales tradicionales y nuevos sistemas constructivos que hacen posible el empleo de estos materiales tanto en obra nueva como en rehabilitación.

Los nuevos procesos y técnicas pueden hacer de la construcción con tierra una opción constructiva en el panorama actual, sobre todo en temas de rehabilitación y conservación del patrimonio construido.

Destacar el papel fundamental de los centros de investigación, fabricantes y personal técnico que profundizan con ensayos y técnicas experimentales el comportamiento de estos materiales. Hay que señalar sin embargo, la dificultad de una caracterización general de estos materiales y que habrá que considerar la zona, el entorno y las propiedades de cada uno de los proyectos que acometamos.

6. AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación “Aspectos constructivos y estructurales a considerar en la rehabilitación de viviendas en Andalucía para el ahorro energético” que desarrolla en la actualidad el autor, financiado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio, de la Junta de Andalucía (España) según convocatoria del boletín oficial de la junta de Andalucía, BOJA 29/07/2007 de subvenciones para actividades de investigación en materia de arquitectura y vivienda, publicada la resolución con fecha 13/05/2008.

Bibliografía

Argüello T., Cuchí A. (2008). “Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10 x10 con Techo-Chiapas del CYTED”. En *Informes de la Construcción,* Vol. 60, Madrid: CSIC.

Edwards, B. (2005). *Guía básica de sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili.

CSCAE. (2007). *Un vitrubio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible.* Barcelona: Gustavo Gili.

CSCAE. (2009). Revista Arquitectos. Nº 1. Sin recursos. Madrid: Consejo superior de Colegios de Arquitectos de España.

Centro de investigación Navapalos. (1998). *Arquitectura de tierra. Encuentros Internacionales.* Madrid: Ministerio de Fomento.

ITEC. Instituto Tecnológico de la Construcción. Base de datos. www.ITec.es

ITER (2009). Inst. Tecnológico y de Energías Renovables. Página web: www.iter.es.

Naciones Unidas. (1997). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas.* Kyoto.

Neila, F.J. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible.* Madrid: Munilla – Leria.

Parlamento Europeo. (2002). Directiva Europea 2002/91/CE sobre la Eficiencia Energética de los Edificios.

Stagno, B. (2007). *Ciudades Tropicales Sostenibles*. Costa Rica: Instituto de Arquitectura Tropical

Suárez, M. (2006). *Construcción con tierra*. Santiago de Compostela: Consejo Gallego de Colegios de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

VVAA. (2005). *Hacia una arquitectura sostenible. En busca de un sentido común.* Valencia: Icaro, Colegio territorial de arquitectos de Valencia.

Notas

(1) El enlace a la base de datos del Instituto Tecnológico de la Construcción de Cataluña con los valores de costes energéticos: http://www.itec.es/noubedec.e/bedec.aspx

(2) Concurso homologado por la U.I.A., Unión Internacional de Arquitectos

Curriculum

Doctor arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha impartido clases en la Universidad Alfonso X el Sabio (Madrid) y en Cesuga University College Dublin - School of Architecture (La Coruña), en áreas de estructuras y construcción. Experiencia profesional e investigadora en aspectos relacionados con las estructuras y la rehabilitación.

TRADITIONAL, VERNACULAR AND NEWLY DEVELOPED CONSTRUCTION TECHNOLOGIES APPLIED TO THE SLAVE DESCENDENT WOMEN CLAM GATHERS COMMUNITY OF POVOAÇÃO DE SÃO LOURENÇO IN PERNAMBUCO, BRAZIL

Plínio Santos-Filho, Carla Andrade Reis, Antônio Gomes dos Santos Filho
Leandro Leonel de Medeiros, Euma Leônidas Gomes, Malthus Oliveira de Queiroz

Agência de Estudos e Restauro do Patrimônio – AERPA
Rua Antônio Vitrúvio, 71, Poço da Panela, Recife, Pernambuco, Brazil, 52061-210
Tel. & Fax (+55) 81 3495-5878 - web site: www.restaurabr.org
e-Mail: pliniosantosfilho@gmail.com

Ana Maria Andrade, Virgínia Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Design
Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil
e-Mail: anamariadeandrade@gmail.com

Francisco Carneiro da Cunha Filho
TGI Consultoria em Gestão
Rua Barão de Itamaracá, 293, Recife, Pernambuco, Brazil
e-Mail: fcunha@tgi.com.br

Theme 3: Techniques, construction, R&DT
Key words: Research in architecture, wattle and daub, construction techniques

Abstract
The costal tropical areas of Northeast of Brazil, where manual labor is of utmost importance due to the irregular landscape in the sugar cane plantations, still maintains a vast tradition of vernacular housing in the wattle and daub (*taipa*) construction technique. This paper, addresses this historical building methodology in the village of *Povoação de São Lourenço* in the county of Goiana, State of Pernambuco, as the introduction of a new Technological Vocational Center, CVT, in part funded by the Brazilian Ministry of Science and Technology, starts to impact the local housing and building tradition. Yet, it appears that much of the local earth construction knowledge could and should be preserved. In existence for at least 4 centuries, this slave descendent population of 2,500 has the church of *São Lourenço*, the second oldest church of Brazil. Bordering the Goiana River, the geographical boarder between the States of Pernambuco and Paraíba, the local population impacts greatly the environment by the cutting of the remaining of the tropical forest and mangrove trees and bushes for cooking and wood for building. The introduction of alternative energy technologies (solar and high efficiency wood stoves), adobe and lime/cement stabilized earth blocks, along with vault and dome construction options can efficiently reduce the local forest and mangrove wood consumption, in an area that has been identified to be a forest sanctuary to preserve.

Construction and building methods in Northeast Brazil were comprised by the technology brought in by the Portuguese and adapted to the locally found materials during colonization, knowledge brought in by the slaved Africans, and the construction methods of the Indian populations in the occupied lands. Stone is scarce in the Northeastern Brazilian shoreline. Colonial churches and public buildings made use of great volumes of reef material, abundant and very near or on the beach. Cities as Recife and Olinda are great architectural colonial examples of how rocks from reefs, sandstone, and calcareous deposits were used in the foundations and decorative elements of historical buildings. Meanwhile, the aristocracy and trade's men lived in fired brick homes that used a mixture of clay, sand and lime as mortar and plaster. The general population, however, lived mostly in small wattle and daub dwellings. The inauguration of the Technological Vocational Center, CVT, in the women clam gathers community of *Povoação de São Lourenço*, which has a very low human development index, opens the opportunity of bringing together traditional and contemporary construction methodologies to the applied practice, as training masons learn how to improve or replace their

own *taipa* houses incorporating traditional and contemporary construction technologies with new materials developed in AERPA laboratories.

This paper presents the efforts of the partnership among the NGO AERPA, the Federal University of Pernambuco, UFPE, and the Ministry of Science and Technology of Brazil, MCT. The basis of a sustainable community is being fostered, as renewable energies, earthen architecture, micro water distribution and decentralized sanitation and housing betterment are being pursued in a region that deserves the preservation of its natural resources.

1. INTRODUCTION

The great metropolitan area of the City of Recife still has a few examples of 19th and early 20th centuries wattle and daub single-family buildings. They have been preserved mostly by their continued use (Fig.1), and by not being in the main path of the aggressive Brazilian construction industry. There are no City Hall planning or public policies to preserve earthen building structures (Fig.2), and there is no saying to the future existence of the few examples that have come down in time to us by pure stubbornness. As a matter of fact, new construction enterprises and the cement industry mock at the existence of earth buildings, as they are seen as primitive and unhealthy. But all of the structures that we had access to, that are still habitable, show fine examples of craftsmanship in construction, great details and stucco made of lime plaster, are very cool and comfortable in the inside and have been in usage for over an average of 150 years. Also, it is very interesting to observe the state of preservation of wood in the core of the wattle and daub walls – as in the absence of air, within the clay wall, oxidation is rather retarded and the wood presents itself quite fresh, mimicking the behavior of wood that is preserved underwater in archeological finds.



Fig.1 Wattle and daub 19th century train station in the old district of *Macacos* (now called Guabiraba, Recife.) A lime plaster outer layer protects the external walls from the tropical rains. The building has been preserved by the constant use of the original station keeper's family and is now a residence. (Credits: Plínio Santos-Filho, 2007)



Fig.2 This 19th century wattle and daub family home came down after thieves took its roof. It stood many years of neglect due to family estate litigations. This fine example of earth architecture has now been totally lost after the 2009 rains that turned it into a pile of rubble. County of Casa Forte, Recife. (Credits: Plínio Santos-Filho, 2008)

An important part of our current efforts is in *Povoação de São Lourenço*, located 70 km North of Recife, in the County of Goiana, State of Pernambuco, Northeast Brazil. Runaway slaves from sugarcane plantations between the 17th and 19th centuries founded it. The current population is about 2,500 individuals strong, and growing fast. Mother's with more than 6 children and teenage pregnancy is not uncommon. Women are mostly responsible for the small clam gathering that provides the families incomes. The male population works in the sugarcane fields or local industry, in activities that

are seasonal. During the off months, while the sugarcane is not ready for harvesting, there is hunger in the community and male alcoholism reaches its highest marks. Income for the poor families is mostly from federal subsidy programs, which require parents (usually single mothers) to send their kids to school in order to receive the Brazilian Government family scholarship (Pres. Lula's Bolsa Família Program.) It is estimated that the average family income does not exceed US$ 200/month. Also, there are the months when clam gathering is not permitted due to the reproductive cycle of the indigenous species. The Goiana River divides the States of Pernambuco and Paraíba. It's delta still maintains strips of the original vegetation and native tropical forest first found by the Portuguese settlers. Housing, outside *Povoação de São Lourenço* only main street, is rather simple and mostly made of the 30 m2 (330 ft2, on the average) homes (Fig.3), that are built using the local clay and a very thin and straight delta river mangrove plant, in a very primitive wattle and daub – *taipa* – manner.



Fig.3 Typical wattle and daub house in the community of Povoação de São Lourenço. There is very little finish to either internal or external walls. Wood is extracted the mangrove sanctuary down hill, causing great environmental impact. The floor plan is a rather standard 5 m x 7 m outer shell, with one division for a bedroom and no bathroom. Usually there are no bathrooms, and when they do exist, they are external to the house and consist of an uncovered hole in the ground. Usually there is a very primitive wood stove, African style, behind the house. (Credits: Plínio Santos-Filho, 2009)

The Agência de Estudos e Restauro do Patrimônio – AERPA, is a not-for-profit and non-governmental organization. We started working with the clam gathering women of *Povoação de São Lourenço* at the end of 2007. Local women had heard that we where conducting mason and craft courses in the city of Goiana, some 30 km away. We were invited to visit the *Povoação* back then, and after many stories and moons we are now firmly conducting mason classes that are beginning to build family homes, bathrooms, micro-water distribution systems and a small hotel that will train the local youth in the hotel industry trade.

In June 2009, we finished the construction of our Vocational Training Center (CVT) (Fig.4), a two story two building facility, that now houses classes and community meetings, and is being prepared to receive a 10 m2 mirror for the solar kitchen in the rear building concrete roof. AERPA social programs and its partnerships aim for social inclusion. We have approved 2 projects with the Ministry of Science and Technology of Brazil, MCT, in 2008 for the community, through the Project *Imaginário Pernambucano*, Department of Design and Development of Products, Federal University of Pernambuco - UFPE.



Fig.4 The two buildings of the Technological Vocational Center (CVT) in the clam gathering community of *Povoação de São Lourenço*, County of Goiana, State of Pernambuco, Brazil, were inaugurated in June 12, 2009. The architectural style remounts to 17th century Pernambuco constructions and was chosen because of the proximity to the Saint Laurence's Church (2nd oldest church in Brazil) that is 200 m away. The construction elements, i.e., its arches, columns, doors and windows are of molded lightweight concrete and imitate the aesthetics of the historical period retro-chosen. The building in front has two 6m x 12 m classrooms. Administration is on mezzanine top floor. The building behind will house the solar mirror on its rooftop, solar kitchen food processing on its first floor and ceramic shop on the ground floor. In between the two buildings a 1 m3 of usable volume gas/biomass kiln is planned to be in operation by the end of 2009. (Credits: AERPA, 2009)

2. MATERIALS AND METHODS

Northeast Brazil has a wattle and daub tradition for housing that remounts to the native Indian traditions before the Portuguese colonization. Current examples, still largely utilized for self building of homes in rural areas, are a mix of Indian and African knowledge and traditions brought together by the Brazilian mix of these cultures. The current cost of manufactured common construction materials as fired clay bricks, cement and coarse sand, along with their transport to *Povoação de São Lourenço* puts these materials out of the buying power of the majority of the local households. In this cash economy, on the other hand, by digging a couple of cubic meters right at a building site, one finds a soil rich in clay that has 70 % fine sand content. Poor houses in *Povoação de São Lourenço* have been built for centuries using clay and mangrove wood wattle and daub methods, without much artistic refinement or embellishments.

The pressure on the local native mangrove forest, along the Goiana riverside, as a wattle and daub wall-building component is enormous. Environmental Brazilian laws now prohibit any use of these woods as firewood or construction material. As part of AERPA' housing and decentralized water and sewage initiative, for the community, we started experimentations with alternative adobe bricks that were made with common shredded supermarket plastic bags (SSPB) (none biodegradable polyethylene, various grades and types) as substitution for the regular straw in the adobe. Also, 3-meter long braids made of SSPB are proposed as reinforcement elements for foundations and walls. Plastic braids are applied as replacement for reinforcing steel bar (rebar.) (Santos-Filho et al., 2009)

Social technologies we arrived thus far:

1) We have developed adobe bricks where the straw is replaced by shredded supermarket plastic bags. The contracting clay brick encounters a plastic fiber that hinders fissure development.

2) We have created and applied plastic braids made out of interwoven strands of supermarket plastic bags. 3 meter long braids are shrunk in the open fire of a wood stove (in our case a " Rocket type Stove" with very small wood consumption) or are shrunk inside a solar oven. The plastic braid shrinks and gains rigidity with the thermal treatment. The incorporation of this plastic rope horizontally within the adobe, rammed, or wattle and daub wall, strengthens the entire wall structure and can be used as a replacement for rebar.

3) We have deployed a 120 family micro water distribution system in *Povoação de São Lourenço* at cost. The homes served by the system no longer need their women and children carrying water buckets.

4) We have developed a 32 m2 popular house that is a hybrid of earthen and fired clay brick construction techniques. The walls can be rammed, adobe or wattle and daub, but foundations and roof, which is a catenary arch, are os fared clay bricks (Fig.5.) The architectural project is shown in Fig. 6. Much has been learned from Auroville (Auroville Earth Institute.)

We consider our brick arch technology as transitional. Lightweight open hole bricks are very common in Brazil and are affordable. 1000 bricks cost around US$ 100 these days, or the same as 10 cement bags of 50 kg. The inverted gravitational catenary arch, which is purely compressive, is made out of standard 8 holes Brazilian fired bricks. The local population considers the use of fired bricks in the construction of their homes as an improvement of life style and wealth. Our construction point of view regards the bricks arched roofs as practical and straightforward. Once the metal form was made (Fig.5), putting bricks arches up was simple and quick.



Fig.5. The 3.50 m roof span of the house is covered by an inverted gravitational catenary arch, and made out of standard 8 holes Brazilian fired bricks. (Credits: Plínio Santos-Filho, 2009)

The metal form, Fig.5 on the right, was carefully made after the catenary curve of a hanging chain. It is 1 m wide. In a day's work, the metal form can be placed twice and covered with bricks and mortar. One has to be careful to wait at least 4 hours to replace the metal form, to allow for the initial curing of the cement in the mortar. Also, a small amount of plaster of Paris can be added to the sand and cement mix mortar (3:1) to speed the hardening of the mixture. Newspapers can be used as release agents between the metal form and the placed bricks. Nylon cloth also works very well as a separation layer, as it does not allow the mortar to stick to the metal form and can be used over-and-over again, as one covers the length of the building. Once fully cured, after at least 3 weeks, the brick arch is covered with a layer of lime plaster (0.5 to 1.0 cm thick) for waterproofing. Nylon fiber can be added to the lime plaster for strength. The whiteness of the lime plaster will reflect the solar rays very effectively; extra thermal insulation for the roof is also achieved by the holes of the arch bricks – and the ceiling feels rather cool at all times. Courses of bricks in the arch can be spaced to accommodate plastic tubing for wires and lighting. If this spacing is over 5 cm, we suggest placing a ¼ " (or 5-8 mm) rebar as reinforcement in the bottom 1/3 of the opening, which is fully filled with the mortar in use.

In Fig.6, the design aesthetics makes use of the *Fibonacci Number* (Phi = 0.618) to obtain the floor and height proportions. For instance, the height of the arched roof is Phi x height of supporting wall. Other measurements follow the same logic, as we searched for the beauty implicit in the use of the *Golden Rule* proportions. Foundation is 0.80 m deep and is done with gravel and masonry waste – it is also elevated 0.30 m above ground. A mezzanine can be put above the single bedroom, thus, doubling the sleeping quarters. Also, the living room can turn into another bedroom. This house does not use any wood in its final state of construction. All doors and windows are made out of lightweight concrete that has been mixed to have a density near to that of the Brazilian hardwood *massaranduba* (1,260 kg/m3). The arched roof is made out of common (19 cm x 19 cm x 9 cm) 8 holes fired bricks and weighs a total of 1,800 kg when plastered on both sides. This implies that only 900 kg rests over the 8 m extension on either side wall. As a fact, the two horizontal forces are only 6,250 N, or 780 N per linear meter of supporting wall. These two linear forces have been counter acted by a 15 cm thick by 10 cm height tie beam that has two 10 mm diameter rebars for reinforcement. The foundation has also been reinforced by a similar tie beam. The walls are rammed earth of 15 cm of thickness. In *Povoação de São Lourenço* the soil is 30 % clay and 70 % very fine sand which makes for great adobes and also ram compacting.

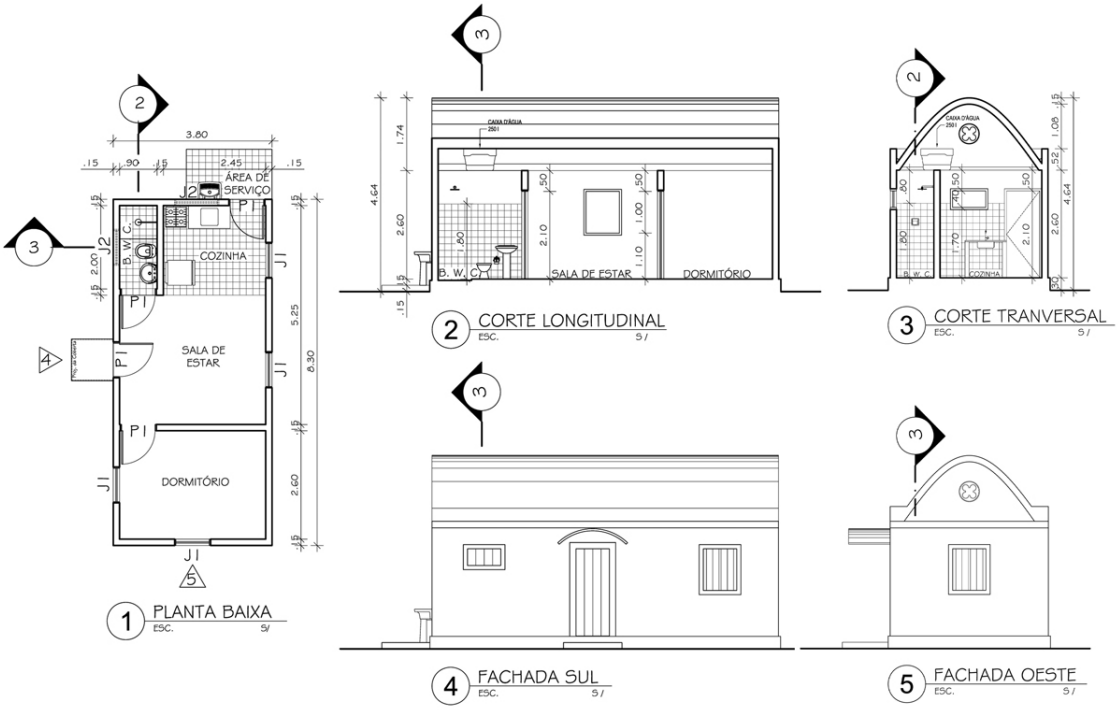


Fig.6 Ground floor and views of our 32 m2 popular residence. All measurements are in the metric system. The design aesthetics makes use of the *Fibonacci Number* (Phi = 0.618) to obtain the floor plan and height proportions. (Credits: AERPA, 2009)

Waterproofing the external walls is done by applying a mixture of coarse sand, plaster, lime and cement (proportions 6:1/2:1/5:1.) The outer layer of the roof is covered with a pure layer of lime plaster of 0.5 cm to 1 cm thick. To avoid cracking, the hydrated lime has been mixed with fine nylon fibers for reinforcement, in a proportion of 0.6 kg of fiber per m3 of lime plaster. Internal walls are left as rammed or are covered by a thin layer of earth, coarse sand and lime (2:2:1.) Lime wash covers the whole building, improving resistance to fungus and mold and reflection of solar radiation.

3. CONCLUSIONS

With the construction of the Technological Vocational Center (CVT), regular classes on artistic and functional ceramics, solar kitchen cooking of seafood and courses on adobe and stabilized earth blocks construction techniques for sustainable housing and decentralized water and sewage systems have started in the community of *Povoação de São Lourenço*. The construction of a popular house of 32 m2 as the demonstration unit and as a hands-on experience for our masonry students and community is changing the way earthen architecture is perceived by the locals and visitors. An effort has started to disseminate the technologies thus far developed to the States of Paraíba and Maranhão, also in Northeast Brazil. Having doors and windows made of lightweight concrete, made us avoid using wood in the construction of popular houses and other buildings. Having roofs made as lightweight arched structures and walls that can be rammed earth or adobe made us realize that the ideas and technologies herein presented are simple and show great promise in the road to sustainability.

4. ACKNOWLEDGMENTS

The authors and AERPA would like to acknowledge the grants from the Ministry of Science of Brazil, MCT, through it Secretarial Office for Social Inclusion, SECIS, without which this project and its findings and inventions would be much harder. Also, we praise the partnerships with the Project Imaginário Pernambucano of the Dept. of Design of Products, Federal University of Pernambuco, UFPE, and the partial scholarships for students granted by City Hall of Goiana.

5. REFERENCES

Santos-Filho, P. (2009) The use of supermarket plastic bags in the making of adobe bricks and as horizontal adobe wall reinforcement element, Plínio Santos-Filho, et al., Adobe USA 2009 Conference Proceedings, pgs. 189-194, Adobe Association of the Southwest and NNMC, El Rito, NM, May 15-16, 2009.

Auroville Earth Institute. Visited in 2008 by Dr. Santos-Filho

Web site: http://www.earth-auroville.com/

Curricula

Plínio Bezerra dos Santos-Filho: Material Science Physicist, Ph.D. from Washington University in Saint Louis, post-doctoral from Harvard University and North Carolina State University, USA. Executive-director of AERPA. Writer of the cultural, tourist and educational guides "*Um Dia em Olinda*" and "*Um Dia no Recife*", AERPA Editora 2008.

Carla Andrade Reis: BFA, Federal University of Pernambuco, UFPE, and Bachelor in Graphic Design by North Carolina State University, USA. Instructor of arts and history in AERPA's courses and programs. Paper restorer and conservator. Administrative-director of AERPA.

Antônio Gomes dos Santos Filho: Master builder and instructor of trades in AERPA's courses and programs in São Lourenço and Olinda.

Leandro Leonel de Medeiros: Instructor of trades in AERPA's courses and programs, computer technician, CAD trained. Student of architecture.

Euma Décia Leônidas Gomes: Instructor of arts and crafts, pedagogue, director of logistics and operations of AERPA's programs in Goiana, Pernambuco.

Malthus Oliveira de Queiroz: Instructor of trades, poet and writer, copy-editor of AERPA Editora, researcher and project writer. Pedagogue associated with AERPA's courses and programs.

Ana Maria Andrade: Architect and Product Designer, Assistant Professor in the Department of Design, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Developer of arts and craft community programs throughout Pernambuco. Founding member of Projeto Imaginário.

Virgínia Cavalcanti: Product Designer, Ph.D., Assistant Professor in the Department of Design, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Developer of arts and craft community programs throughout Pernambuco. Founding member of Projeto Imaginário.

Francisco Carneiro da Cunha Filho: Architect and Business Consultant, CEO of TGI Consultoria em Gestão, writer of "Pernambuco Afortunado" and co writer of the cultural, tourist and educational guides "*Um Dia em Olinda*" and "*Um Dia em Recife*", AERPA 2008.

A TAIPA DE MÃO EM TERESINA, PIAUÍ, BRASIL: A IMPROVISAÇÃO E O USO DE PROCEDIMENTOS CONSTRUTIVOS

Wilza Gomes Reis Lopes; Thaís Márjore Pereira de Carvalho; Karenina Cardoso Matos; Sandra Selma Saraiva de Alexandria
Departamento de Construção Civil e Arquitetura – DCCA da Universidade Federal do Piauí – UFPI. Campus Universitário Ministro Petrônio Portela. Teresina, Piauí, Brasil.
Tel: (55 086) 3215 5725. E-mail: izalopes@uol.com.br

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT.
Palavras-Chave: Habitação, material alternativo, taipa de mão.

Resumo
A arquitetura de terra chegou ao Brasil, durante a colonização, trazida pelos portugueses, destacando-se, como técnicas construtivas mais utilizadas, o adobe, a taipa de pilão e taipa de mão ou pau-a-pique. Tais métodos foram bastante difundidos e estão presentes em muitos estados do país. Bastante utilizadas durante o período colonial foram esquecidas e abandonadas, após a chegada dos novos materiais, ficando restritas às aulas de história da arquitetura e consideradas ultrapassadas e sem durabilidade. A cidade de Teresina que foi criada em 1852 para ser a capital de Piauí, estado da região Nordeste do Brasil, apresentou a partir de 1970, grande crescimento populacional, recebendo habitantes provenientes das zonas rurais e interioranas, à busca de emprego e de melhores condições de vida. Muitas vezes sem terem acesso ao processo de produção formal de moradia, recorrem à invasão de áreas ociosas e à autoconstrução de habitações. Sendo assim, é comum encontrar casas de taipa de mão, construídas em terrenos vazios, às margens dos rios ou em áreas de risco, em vários bairros da cidade. Tais edificações, construídas rapidamente, com o intuito de ocupar o espaço, estando associadas a processos sociais transitórios e realizadas sem os devidos cuidados técnicos, resultam, na maioria das vezes, em construções precárias, que desestimulam o uso desta técnica construtiva. Os preconceitos para com a eficiência das técnicas de construção com terra são infundados, observando-se que elas poderiam ser uma alternativa para amenizar o atual déficit habitacional brasileiro, desde que fossem usados os procedimentos corretos.

Esta técnica foi bastante usada no Brasil, encontrando-se exemplares em todo país, devido a diversas razões, tais como: facilidade de sua construção, não necessitando de mão-de-obra especializada, rapidez e economia na execução, além de ser leve e de facilmente adaptar-se às topografias acidentadas. Vários exemplos de construção em taipa de mão, por exemplo, construídos em tempos remotos, persistem até nossos dias, desafiando às intempéries e ao próprio tempo, demonstrando o potencial de seu uso e de sua durabilidade, além de várias construções contemporâneas existentes no país. A importância da preservação destas técnicas não se vincula apenas a aspectos históricos e culturais, mas, fundamentalmente, à potencialidade que apresentam como alternativas para a construção. Portanto, é importante a divulgação de edificações devidamente executadas, que possam demonstrar a durabilidade, a versatilidade e a viabilidade da arquitetura de terra, podendo se configurar como uma alternativa para a redução do déficit habitacional brasileiro.

A presente comunicação tem como objetivo identificar o uso da taipa de mão na cidade de Teresina e avaliar esta técnica construtiva, comparando construções existentes, realizadas sem os devidos cuidados técnicos, com os parâmetros técnicos corretos de construções com terra.

1. A ARQUITETURA DE TERRA

A importância da arquitetura construída com terra é percebida por diferentes aspectos, seja pelo ponto de vista histórico e antropológico, ou ainda, pela sua larga utilização como material básico em regiões onde há escassez de recursos naturais (Ramos, Gámez, Cossío, 2002, p.7).

O emprego da terra para a construção de edificações trata-se de uma prática milenar, presente nas técnicas construtivas das mais diversas sociedades. Minke (2001, p. 13)

afirma que na Turquia, na Assíria e em outros lugares do Oriente Médio foram encontradas construções com terra apiloada ou moldada, datando de entre 9000 e 5000 a.C. Dethier (1982, p.7) afirma que, desde a antiguidade a terra foi bastante utilizada, por várias civilizações, na Mesopotâmia, Egito, também na Europa, na África, no Oriente médio, pelos romanos, muçulmanos e na China, entre outras, podendo-se afirmar que, atualmente, mais de um terço da população mundial vive em construções de terra crua.

Utilizada em vários locais do mundo e sob diversas formas, a arquitetura de terra chegou ao Brasil, durante a colonização, trazida pelos primeiros colonizadores portugueses, destacando-se, como as técnicas construtivas mais utilizadas, o adobe, a taipa de pilão e taipa de mão ou pau-a-pique. De acordo com Milanez (1958), os nativos locais não usavam a terra para construir, desconhecendo tais técnicas, antes da chegada dos portugueses. Seus abrigos eram de madeira, paus roliços e vedações de palha e folhagens. Além dos portugueses, os africanos trazidos como escravos tinham conhecimento do uso da terra para construções. Tais métodos foram bastante difundidos e estão presentes em muitos estados do país.

Para Del Brenna (1982, p. 196), a terra adotada desde o início da colonização, em todo o território brasileiro, “permaneceu e se desenvolveu quando e onde sua utilização foi confirmada pela experiência do solo e do clima, resultando numa série de soluções de grande singeleza, funcionalidade e perfeita adaptação ao meio”. Segundo Souza (1996, p 114), nas localidades do Brasil onde a pedra era rara e de difícil extração, prevaleceu a arquitetura e construção com terra, sob diversas formas de construção.

O século XIX introduziu processos industriais, que contribuíram para o desenvolvimento de diversos segmentos relacionados à transformação de matérias primas em produtos manufaturados, o que resultou no surgimento de materiais amplamente utilizados nos dias atuais. Na construção civil, o uso da tecnologia fez com que muitos dos meios de produção artesanais presentes até então, aos poucos, fossem sendo abandonados, substituídos por materiais e procedimentos que viriam a se universalizar. Porém, apesar do preconceito, atualmente há, em todo o mundo, uma crescente aceitação às formas alternativas de edificação, com as chamadas ecotécnicas e a arquitetura sustentável, em que a construção com terra está inserida.

Nas primeiras construções no interior do Piauí, estado da região nordeste do Brasil, foram utilizadas as técnicas da taipa de mão, do adobe e da taipa de pilão, destacando-se a taipa de pilão para as casas de fazenda e de engenho. Na zona urbana, também foi utilizada a terra para construção, como registram algumas edificações históricas, do século XVIII, ainda existentes em várias cidades do Piauí. Como exemplo, podem ser citadas as Igrejas de Nossa Senhora do Rosário e de Nossa Senhora da Vitória, executadas com taipa de pilão e o antigo Círculo Militar, construído em adobe, na cidade de Oeiras e o Hotel Pousada Velho Monge, na cidade de Amarante, executado em adobe.

Além disso, em alguns municípios, continua-se a utilizar, em construções mais recentes, o adobe e a taipa de mão, como por exemplo, nas cidades de Uruçuí e de Assunção do Piauí. Nesta última, cerca de mais de 90% de suas construções são executadas em adobe.

No centro da cidade de Teresina, capital do Piauí, ainda é possível encontrar exemplares de arquitetura de terra em bom estado de conservação, construídos no século XIX e início do século XX, atestando a qualidade do material e das técnicas empregada, principalmente de adobe (Alexandria, 2006, p. 121).

Além disso, é comum em Teresina o uso de construções com taipa de mão, executadas a partir de um conhecimento empírico proveniente das zonas rurais e, portanto, realizadas sem os devidos cuidados técnicos. Geralmente, estão associadas a processos sociais transitórios em áreas de invasão, resultando, na maioria das vezes, em construções precárias.

2. ASPECTOS GERAIS DA TAIPA DE MÃO

A taipa de mão, também conhecida como taipa, taipa de sopapo, taipa de sebe, barro armado ou pau-a-pique, refere-se a uma técnica amplamente difundida e bastante utilizada no Brasil. Esta técnica é chamada de *quincha* no Peru e Panamá; de bahareque na Venezuela, Colômbia e América Central e *estanqueo* ou *quincha* na Argentina e Uruguai (Oteiza, 2002, p.106). De acordo com Vasconcellos (1979, p. 45), consiste em paus colocados perpendicularmente entre os baldrames e os frechais, nele fixados por meio de furos ou pregos. Perpendiculares a estes são colocados outros mais finos, ripas ou varas, tanto de um lado como de outro, amarrados por meio de tiras de couro, prego ou arame, de cipó, barbante de sisal, tucum, imbé, buriti e outros gêneros próprios para cordas. Depois de feita a trama ou armação, a terra misturada à água é jogada e apertada sobre ela, utilizando-se apenas as mãos, o que deu origem ao seu nome.

Muito utilizada em construções rurais, a taipa de mão, também, se fez presente em obras urbanas, tanto nas paredes externas quanto nas internas. Muitas vezes era associada a outras técnicas (adobe e taipa de pilão). O sucesso desta técnica construtiva se deu por inúmeros fatores, dentre eles, Vasconcellos (1979, p. 33) destaca a facilidade de construção. Já Schmidt (1946, p. 137), refere-se à durabilidade, resistência às intempéries e menor custo. Para Alvarenga (1984, p. 31) sua principal vantagem é a rapidez de execução. A leveza e a capacidade de adaptar-se às topografias acidentadas são qualidades lembradas por Souza (1996, p.116). Trata-se de uma técnica versátil, comprovado por sua grande adaptabilidade às condições locais, com a utilização de materiais encontrados na natureza (Lopes e Ino, 2001, p. 9).

Contudo, mesmo após sua larga utilização desde os primórdios da nossa colonização e apesar de estar integrado à nossa cultura, ao longo dos tempos o valor da taipa de mão foi sendo alterado. Atualmente, esta técnica é associada à pobreza e às construções provisórias. Esta discriminação se deve não só à industrialização da construção civil, como à perda de suas características de execução, por falta de conhecimentos apropriados da parte dos construtores. Dessa forma, a maior conseqüência é uma diminuição considerável da qualidade final da obra.

Em contraposição vários exemplos de construção em taipa de mão, construídos em tempos remotos, persistem até nossos dias, desafiando às intempéries e ao próprio tempo, demonstrando o potencial de seu uso, e sua durabilidade. Porém não só exemplos históricos comprovam a viabilidade desta técnica. Diversas construções contemporâneas em taipa de mão, localizadas em várias partes do país, em que foram respeitados procedimentos construtivos adequados, atestam a versatilidade e o excelente desempenho desta técnica. Lopes (1998, p.128-164), a partir de um levantamento de construções em taipa de mão no Brasil, apresentou diversos exemplos contemporâneos em que foram respeitados procedimentos construtivos adequados e que atestam a versatilidade e o excelente desempenho desta técnica.

Contudo, como qualquer outro material ou técnica, alternativa ou convencional, apresenta vantagens, limitações e características próprias, cujo conhecimento contribui para seu melhor desempenho. Para Calla Garcia (2002, p.35), a precariedade das construções com terra resulta da falta de conhecimento científico no

uso deste material. O autor observa ainda que, o errado conceito de modernidade faz com que se considere o material terra como símbolo de antigo e pobre, associando suas construções à pobreza e ao precário, enquanto que, os materiais como cimento, polímeros e ferro são considerados como símbolos de materiais modernos. Na visão de Souza (1996, p. 115), ocorre que o antigo “saber fazer” tem sido substituído e adulterado, restando hoje, apenas um arremedo do que outrora se praticava.

3. TERESINA E A PROBLEMÁTICA HABITACIONAL

O Piauí, estado localizado na região Nordeste do Brasil, tem Teresina, como sua capital, desde agosto de 1852, quando foi fundada para essa finalidade, substituindo a cidade de Oeiras, sua primeira capital. Situada entre dos rios, o Poti e o Parnaíba, apresentando altitude média de 72,00 m, possui, de acordo com a contagem de 2007, uma população de 779.939 habitantes (IBGE, 2007).

A situação atual da cidade apresenta um déficit habitacional considerável, visto que, a capital representa um pólo de atração para muitos imigrantes, que visualizam em Teresina perspectivas de melhores condições de vida, em relação a trabalho, estudo e, principalmente, atendimento de saúde.

Em meados da década de 1970, teve início o processo do surgimento e adensamento de favelas em Teresina. A princípio, tratava-se de pequenos núcleos que se faziam presentes em pontos diversos da cidade, principalmente no Centro, Zona Sul e Zona Norte. Tais núcleos eram compostos por migrantes recém-chegados e/ou famílias já expulsas de outras áreas da cidade, em decorrência das políticas que visavam melhorias em infra-estrutura: construção de avenidas e ruas (Lima, 1996, p.25).

A situação foi se agravando cada vez mais nos anos 1990, em função da chegada de mais pessoas do interior do Estado, além daquelas que eram vítimas de desapropriação dentro da própria Teresina. No entanto, em função dos grandes espaços vazios, frutos da urbanização desarticuladas da cidade, proporcionaram que as favelas não se concentrassem apenas na periferia.

A carência de moradias resultou na produção de edificações executadas em taipa de mão, que produzidas com um objetivo temporário e realizadas sem seguir os procedimentos corretos, deixam a desejar no que se refere a acabamento, durabilidade e aparência. Assim, tornou-se prática comum a construção de casas de taipa de mão, em áreas de risco, como nas margens dos rios (Figura 1) ou terrenos de grande inclinação, impróprios para implantação de construções, leitos de ruas, ou ainda em terrenos desocupados nos bairros nobres da cidade (Figura 2).





Figuras 1 e 2 - Casas de taipa erguidas em região de risco, próxima ao Rio Poti e em área de conjuntos habitacionais, na Zona Leste de Teresina. (Crédito: Thaís Carvalho, 2009).

Na maioria das vezes tais construções são executadas em curtíssimos espaços de tempo, com a intenção apenas de ocupar e garantir uma área para habitar. Para (Lima, 2003, p.50), "*as formas mais recentes de ocupação apresentam uma tendência de localização próxima aos conjuntos habitacionais, áreas estas que oferecem, em tese, maior acesso a serviços urbanos".*

4. O USO DA TAIPA DE MÃO EM TERESINA

Em 1996, a Prefeitura Municipal produziu o *Censo das Vilas e Favelas de Teresina,* constatando que o número de ocupações era de 149 vilas, favelas e áreas de assentamento, com 24.895 domicílios, abrigando 25.775 famílias, e uma população de 94.617 habitantes. Das edificações existentes, 11.692 moradias (46, 97%) eram construídas de taipa com cobertura de telha e 3311 habitações (13, 29%) eram de taipa com cobertura de palha, perfazendo o total de 15.003 construções de taipa de mão (TERESINA 1996, p.16).

A Prefeitura Municipal de Teresina desenvolve programas voltados para a venda de terrenos urbanizados, em condições facilitadas de financiamento, visando o assentamento de famílias selecionadas (Lotes Urbanizados), ou para atender famílias que ocupam áreas de risco ou conflito potenciais (Banco de Terras Municipais – BTM), entre outros programas municipais. Mas a quantidade de áreas de invasões, em que são construídas novas casas de taipa de mão, continuar a crescer. Foi constatado, em levantamento de 2005, um total de 129 Vilas e Favelas distribuídas entre as cinco zonas da cidade, relacionadas na Tabela 1.

Tabela1 – Levantamento das Construções em Taipa de Teresina no ano de 2005

ZONA DE TERESINA	Nº DE VILAS/ FAVELAS	Nº DE HABITAÇÕES
Zona Norte	53	3228
Zona Sul	30	2275
Zona Sudeste	22	1564
Zona Leste	24	3610
TOTAL	**129**	**10.677**

FONTE*:* Superintendência de Desenvolvimento Urbano (SDU) – Regional Sul. 2005.

São encontradas em todas as zonas da cidade, principalmente Zona Sudeste, na Zona Leste, como esta construção localizada na Vila Cidade Leste (Figura 3) e na Zona Norte, como pode ser constatado pelas habitações existentes em áreas invadidas no bairro Aeroporto (Figura 4).





Figuras 3 e 4 - Construções de taipa de mão na Vila Cidade Leste, na Zona Leste e no bairro Aeroporto, Zona Norte de Teresina. (Crédito: Thaís Carvalho, 2009).

Tais construções são executadas, muitas vezes, pelos próprios moradores, com materiais disponíveis no próprio local da construção. E, por isso, adquirem problemas funcionais e estéticos, relacionados não só à má execução, mas também à falta de conhecimento sobre os métodos corretos de se construir com terra, especificamente com a taipa de mão.

A análise de algumas dessas construções executadas em taipa de mão, revelou alguns problemas que são comuns a todos os casos. Em sua grande maioria, as moradias foram construídas sem preocupação com a fundação, e utilizando a madeira de má qualidade. O telhado quase sempre é curto e desalinhado, o que não confere proteção às paredes em relação à umidade O barreamento das paredes é feito esporadicamente, sem levar em consideração impermeabilização ou nivelamento.

Trata-se de edificações realizadas de maneira provisória pela população carente, produzidas com um objetivo temporário, e executadas sem seguir os procedimentos corretos, pois se configuram como o meio mais rápido e barato para a construção de edificações. Dessa forma deixam a desejar no que se refere ao acabamento, durabilidade e aparência, contribuindo para o fortalecimento da imagem da casa de terra associada à pobreza e às construções provisórias.

Como pode ser observado, é possível encontrar exemplares de casas de taipa de mão, em todas as zonas do perímetro urbano da cidade de Teresina. Pelo número de edificações existentes, percebe-se que esta técnica é de conhecimento de grande parte da população e de fácil execução, podendo representar uma alternativa para a produção de habitações pela população local, desde que seja realizada com materiais e procedimentos apropriados.

5. PARÂMETROS CONSTRUTIVOS PARA A TAIPA DE MÃO

Inúmeras construções históricas executadas com terra são encontradas, ainda hoje, perfeitamente conservadas, entretanto é importante executar seguindo certas recomendações. Pinto (1993, p. 614) afirma que a maior ameaça à conservação das edificações de terra são as infiltrações de água, tanto por capilaridade do solo, quanto por falta de proteção adequada com rebocos mal executados.

Sendo assim, é importante proteger a edificação de terra do contato com a umidade do solo, elevando-a do chão ou utilizando um alicerce, de pedras ou tijolos, devidamente impermeabilizados ou usando cinta de concreto magro. Com o propósito de evitar a incidência direta da chuva, indica-se a utilização de grandes beirais e para conferir solidez, estabilidade e melhor aparência à construção.

Também, não se deve descuidar, durante a execução da obra, do uso de todos os métodos usuais de construção. Independente do tipo de material empregado é sempre necessário que o conjunto estrutural seja sólido e estável, para evitar desaprumos, desnivelamentos e trincas nas paredes, utilizando-se alguns princípios elementares em construção e equipamentos simples, tipo esquadro, prumo e nível (Lopes e Ino, 2003).

Ferraz (1992, p.18) destaca que a pintura, em geral, melhora a salubridade e conservação da habitação, além de torná-la agradável visualmente. Para Alvarenga (1984), um dos maiores problemas das habitações de taipa deve-se à falta de revestimento, que é fundamental para a proteção das paredes contra ação de água, bem como para evitar que insetos se alojem nas gretas que surgem depois do barro secar. O reboco é, geralmente, feito com o próprio barro misturado com maior quantidade de areia e aplicado em duas camadas, sendo a primeira, mais áspera, enquanto a segunda camada deve ser com areia mais fina.

Para o preenchimento das paredes de terra, deve-se aplicar primeiro uma camada de barro (terra e água) forma mais superficial, sem cobrir as ripas, deixando a parede secar, em torno de 15 dias. Em seguida aplica-se a segunda camada, que deve preencher todas as trincas e cobrir as ripas. Depois de seca, aplica-se uma argamassa fina de cimento ou cal, areia e saibro, podendo finalizar com acabamento de pintura ou caiação (Fundação DAM 1988, p. 47- 49). Milanez (1958) chama a atenção para que, durante o barreamento, a terra seja calcada com as mãos entre as varas do entramado e não simplesmente jogada.

Para proteção contra os danos causados pela incidência da água das peças verticais de madeira, pilares e forquilhas, que ficam em contato com o solo, são usados geralmente materiais impermeabilizantes, como pintura asfáltica, betume, resina de fibra de vidro, sacos plásticos e base de concreto, de acordo com a disponibilidade local (Lopes, 1998)

Inúmeras construções históricas, executadas com terra, inclusive dos séculos XVII, XVIII e XIX, podem ser encontradas, ainda hoje, em perfeito estado de conservação, como também, edificações contemporâneas, localizadas em diversos locais do Brasil, em que foram utilizados os procedimentos construtivos adequados, comprovando o potencial e a durabilidade deste tipo de construção.

No bairro Piçarra, da Zona Sul da cidade, encontra-se uma residência de alto padrão, projetada pelo arquiteto Paulo Frota, construída em taipa de mão, em 1984, encontrando-se em perfeito estado, conforme imagem de 1997 (Figura 5) e imagem recente de 2009 (Figura 6). A construção foi destinada a abrigar uma família, composta de casal e três filhas. O projeto original possui cinco quartos, sala única para estar e jantar, lavabo, quatro banheiros, copa-cozinha, despensa, área de serviço, dependência de empregada, varanda e abrigo de carros.





Figuras 5 e 6: Fachada principal da casa do bairro Piçarra, nos anos de 1997 e de 2009. (Créditos: Wilza Lopes, 1997 e Thaís Carvalho, 2009)

Os pilares, vigas e montantes dos painéis e a estrutura da escada foram executados com a palmeira carnaúba. Além da taipa, foi utilizada a pedra na execução de algumas paredes, como dos banheiros, da caixa d'água e do jardim interno. As paredes em taipa de mão têm espessura de 8 cm, com trama de madeira roliça sabiá, na vertical e arame liso nº 18, dispostos na posição horizontal, distantes 15 cm entre si.

A edificação passou, recentemente, por algumas reformas, devido a problemas ocorridos nos pilares de carnaúba, substituídos por pilares de concreto, mas nenhuma modificação está relacionada à resistência ou à eficácia das paredes de taipa de mão.

Seu proprietário, engenheiro civil Amaury Barbosa, afirmou que os gastos em manutenção com a edificação são os comuns a qualquer construção, destacando como mais freqüentes, os reparos no reboco e na pintura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da taipa de mão ter sido abandonada e substituída pelos novos materiais e pelas mudanças tecnológicas surgidas, ainda hoje se continua a construir com taipa, em alguns locais do país, como em Teresina, onde parte da população carente recorre a este processo construtivo para resolver seu problema de abrigo. As más condições da maioria destas construções populares, realizadas sem os devidos cuidados técnicos, resultam em edificações precárias, sem durabilidade e sem qualquer acabamento. No entanto, isto não se deve à ineficiência da técnica, mas sim à forma incorreta como ela é empregada.

Acredita-se que a taipa de mão pode ser mais uma alternativa na solução dos problemas habitacionais, devido à facilidade de execução, inclusive por mão de obra não qualificada, ao excelente desempenho térmico e ao baixo consumo de energia, apresentando resultados excelentes desde que, seguidos os procedimentos técnicos corretos.

Bibliografia

Alexandria, Sandra Selma Saraiva de. (2006). 150 p. Arquitetura e construção com terra no Piauí: investigação, caracterização e análise. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina.

Alvarenga, Maria Auxiliadora A. (1984). *Arquitetura de terra*. Técnicas Construtivas. Belo Horizonte./Digitado/.

CALLA GARCIA, A. (2002). La construcción con tierra en la cultura andina. In: *1^{0} Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*. (2002) Salvador, Salvador: Projeto PROTERRA. pp. 27-36.

Del Brenna, Giovanna Rosso. (2002). Para arquitetos e não. In: Dethier, Jean; Zbinden, Catherine*. Arquitetura de terra ou o futuro de uma tradição milenar.* Rio de Janeiro: Avenir Editora.

Dethier, Jean. (2002). A sabedoria da terra. In: Dethier, Jean; Zbinden, Catherine*. Arquitetura de terra ou o futuro de uma tradição milenar.* Rio de Janeiro: Avenir Editora.

Ferraz, Marcelo C. (1992). *Arquitetura rural na Serra da Mantiqueira***.** São Paulo: Quadrante.

Fundação DAM - Centro de Desenvolvimento das Aplicações de Madeiras no Brasil. (1988). *Taipa em painéis modulados*. 2. ed. Brasília: MEC/CEDATE.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). Cidades. IBGE, Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 8 set 2009.

Lima, Antônia Jesuíta. (2003). *As multifaces da pobreza: formas de vida e representações simbólicas dos pobres urbanos*. Teresina: Halley.

Lima, Antônia Jesuíta. (1996). *Favela COHEBE: Uma história de luta por habitação popular*. Teresina: EDUFPI.

Lopes, Wilza Gomes Reis. (1998). *Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Lopes, Wilza G. R; Ino, Akemi. (2003). Aspectos construtivos da taipa de mão. In: Neves, Celia Martins; Salas, Patricio Cevallos; Mellace, Rafael Francisco. *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Salvador: Brasil: PROTERRA/CYTED. pp. 15-36.

Lopes, Wilza. Gomes Reis; Ino, Akemi (2001). Construções com taipa de mão no Brasil. *Revista Baiana de Tecnologia – TECBAHIA.* Camaçari, BA, v. 16, n. 2, p.7–14, maio - ago. 2001.

Minke, Gernot. (2001). *Manual de cosntrucción en tierra*. 2 ed. Montevideo: Editora Nordan-Comunidad.

Milanez, A. (1958). *Casa de terra: As técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo.* Rio de Janeiro, Serviço Especial de Saúde Pública – Ministério da Saúde.

Oteiza, Ignácio de. (2002). Introducción a La construcción con tierra. In: Ramos, Luís Maldonado; Gámez, David. Rivera; Cossío, Fernando Vela (Eds.). (2002). *Arquitectura y construcción con tierra*. Tradición e innovación. Introducción. Madrid: Mairea.

Pinto, Fernando. (1993). Arquitectura de terra - Que futuro? In: *7ª Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, pp. 612-617.

Ramos, Luís Maldonado; Gámez, David. Rivera; Cossío, Fernando Vela (Eds.). (2002). *Arquitectura y construcción con tierra*. Tradición e innovación. Introducción. Madrid: Mairea.

Schmidt, C. B. (1946). Construções de taipa. Alguns aspectos de seu emprego e da sua técnica. *Boletim de Agricultura***,** série 47A.

Souza, Renato César José de. (1996). Problemas de conservação em construções típicas de Minas Gerais. *Cadernos de arquitetura e Urbanismo.* Belo Horizonte, n.4, p. 103-120.

Teresina. Secretaria Municipal do Trabalho e de Assistência Social. (1996). *Censo das vilas e favelas – 96.* Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina.

Vasconcellos, Sílvio de. (1979). *Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Notas

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Pesquisa Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio dado pesquisa: Levantamento e análise de edificações executadas com técnicas de construção com terra no Estado do Piauí (Edital CNPq 061.2005/Processo 401610/2006-3), que deu origem a este trabalho.

Curriculum

Wilza Gomes Reis Lopes: Arquiteta, Especialista em Urbanismo, Mestre em Arquitetura, Doutora em Engenharia Agrícola. Professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura– DCCA/CT/UFPI e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio

Ambiente (PRODEMA) da UFPI. Membro da Rede Ibero-americana Proterra. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem – LUPA.

Thaís Márjore Pereira de Carvalho: Estudante do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí. Bolsista do Programa de Pesquisa em Iniciação Científica – PIBIC/UFPI, período 2008/2009. Membro do Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA da UFPI.

Karenina Cardoso Matos: Arquiteta e Urbanista, Especialista em Meio Ambiente, Mestre em Arquitetura, Doutoranda Doutoranda em Urbanismo pela Universitat Politecnica da Catalunya-UPC, Barcelona, Espanha. Professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí - UFPI. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem – LUPA, da UFPI.

Sandra Selma Saraiva de Alexandria: Arquiteta e Urbanista, especialista em Ciências Ambientais, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora da Universidade Federal do Piauí - UFPI. Membro da Rede Ibero-americana Proterra.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS BLOCOS DE SOLO-CIMENTO, DE CONCRETO E CERÂMICOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DO SUDESTE BRASILEIRO

Luciana Nunes de Magalhães
Universidade FUMEC – Mestrado em Construção Civil, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
Tel: (031)33780350, 87820350
e-mail: lununes@fea.fumec.br

Tema 3: Técnicas, construção, investigação e desenvolvimento
Palavras-chave: Alvenaria, blocos de solo-cimento, blocos cerâmicos.

Resumo
No Brasil, as alvenarias, seja de vedação ou estrutural, são realizadas frequentemente com a utilização de blocos de concreto ou cerâmicos. É de fundamental importância, dentro do contexto de sustentabilidade em que a construção civil hoje se encontra, que sejam contempladas alternativas de carácter sócio-ambientais positivas para a continuidade do crescimento deste setor. Neste sentido, a técnica do solo-cimento é introduzida em comunidades do interior do território brasileiro, pela facilidade de obtenção da matéria-prima e assimilação do sistema construtivo. Como os blocos de solo-cimento podem ser moldados no próprio canteiro de obras, torna-se mais vantajosa, a construção com essa técnica, fora dos grandes centros metropolitanos. Esses blocos podem ser considerados uma evolução dos blocos cerâmicos que além de serem constituídos por um composto de baixo custo, introduzem simultaneamente, um produto industrializado e de qualidade controlada: o cimento. Desde meados da década de 50, essa técnica é utilizada no Brasil e encontra-se, hoje, bastante difundida. Entretetanto, para que a arquitetura brasileira possa se beneficiar de tal técnica em sua plenitude, existe uma carência de informações sobre qualidade e aplicabilidade que deve ser superada.

Este trabalho visa a contribuição no sentido ampliação do conhecimento, na aplicabilidade dos blocos de solo-cimento na alvenaria da arquitetura brasileira. Pretende-se demonstrar a capacidade de resistência dos blocos de solo-cimento, apresentando resultados de testes experimentais e análise comparativa desses, entre os blocos cerâmicos e de concreto.

1.A CONSTRUÇÃO CIVIL NO SUDESTE BRASILEIRO

Mais da metade do valor das construções executadas no país é de responsabilidade da região sudeste, como mostrou a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) , em 2006. Nesta pesquisa, os quatro estados do Sudeste são responsabilizados por 56,3% do valor das construções.

As edificações da região do sudeste brasileiro são diversificadas em função da grande extensão territorial e sua respectiva variabilidade econômica e cultural. Nas regiões metropolitanas das grandes capitais, entre elas, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, onde se concentram os mais importantes grupos empresariais do país, os processos construtivos são atualizados e cada vez mais, a arquitetura moderna se destaca. Materiais novos, leves e de considerável custo, processos industrializados e renováveis, são empregados com frequência. A sustentabilidade é justificada através do uso resíduos de materiais construtivos das constantes demolições.

Ao contrário, ao ser analizado o interior dos Estados desta região, quanto mais distante dos grandes centros, verifica-se a abundancia de recursos naturais, o conservadorismo da arquitetura e grandes preucupaçoes com questões ambientais nos processos construtivos. Além disso, o interior do sudeste é contemplado por várias

cidades históricas, cuja arquitetura colonial traz fonte de renda pelo turismo de admiradores do mundo inteiro.

Neste contexto, é que a aplicação de técnicas simples e antigas, como a alvenaria encontra boa aceitação. Entretanto, para que a arquitetura brasileira possa se beneficiar de tal técnica em sua plenitude, deve-se explorá-la, fornecendo o máximo de informações para facilitar sua aplicabilidade e aprimorar sua qualidade.

Tendo em vista a disponibilidade de matéria prima e mão de obra, o baixo custo dos equipamentos utilizados no processo, além de empresas das capitais disponibilizarem diversos modelos de prensas para a fabricação dos blocos, o interior do Sudeste apresenta público e mercado promissor para a alvenaria em blocos de solo cimento.

2. ALVENARIAS EM BLOCOS

Em relação à concepção de habitação no interior do Sudeste, de acordo com pesquisa realizada (Shimbo et al., 2005, p.6), muitas famílias anseiam por uma habitação em alvenaria, pois consideram o material básico para se construir sendo a composição de cimento, tijolos, areia, pedra, ferro, telha, madeira e cal. Outros materiais sequer são considerados como possível de ser utilizado na construção de uma casa durável, segura e agradável.

A alvenaria no Brasil constitui o processo construtivo mais empregado para vedação de habitações. Normalmente, para esta aplicação utiliza-se blocos cerâmicos e, para alvenaria auto portante, os blocos de concreto são os preferidos. Na década de 80, o governo brasileiro, ao implementar um programa habitacional popular, proporcionou intensificação dos estudos de métodos construtivos em alvenaria, pelo fato de ser um sistema de baixo custo e de rapidez na execução.

Contribuindo para análise de viabilidade do solo cimento na construção de alvenarias, este trabalho apresenta os blocos atualmente usados no sudeste brasileiro, bem como suas características e propriedades. Assim, pretende-se fornecer dados comparativos entre os blocos de concreto, cerâmicos e solo cimento, evidenciando seu valor estrutural e viabilidade técnica, com interesse na sua inclusão no mercado das construções de populações menos favorecidas.

2.1 Blocos cerâmicos

A matéria prima dos blocos cerâmicos, a argila, é utilizada na fabricação de uma série de produtos cerâmicos por apresentar boa plasticidade e resistência mecânica após queima para uma série de aplicações; além disso, é disponível em grandes quantidades no território brasileiro.

O interior do sudeste apresenta grandes reservas de argilas. Nos depósitos deste material, encontram-se dois tipos de argilas de forma estratificadas, uma argila "gorda" na camada inferior e uma argila "magra", porém de boa plasticidade, na camada superior. Segundo Vieira et al., 2000, p.2, para a fabricação de blocos, deve-se contemplar os dois tipos. Fora dos grandes centros metropolitanos, isso é feito de forma empírica, pela visibilidade de que 50% de cada tipo de argila na mistura proporcione plasticidade adequada para conformação via extrusão, e, além disso, facilidade de secagem.

Entretanto, é de se esperar produtos com propriedades bem diversificadas pela variedade de solos existentes na região. Cabe ressaltar que cada produtor deve se

adequar às suas condições sociais, econômicas e tecnológicas para definir sua produção e com respectiva função. A fabricação dos blocos cerâmicos constitui na moldagem de elementos de arestas vivas retilíneas, com furos cilíndricos ou prismáticos, produzidos a partir da queima da cerâmica vermelha. Durante este processo toda a umidade é expulsa e a matéria orgânica é queimada, ocorrendo a vitrificação com a fusão dos grãos de sílica.

Os blocos cerâmicos podem ser utilizados em vedação ou para paredes estruturais, dependendo de sua resistência. Para vedação, utiliza-se blocos de resistência à compressão de 2,5 MPa. Já na alvenaria estrutural, que só teve uso no Brasil à partir da década de 80, a resistência mínima recomendada é de 4,5 MPa, sendo que no Sudeste, poucas são as fábricas destes blocos comparados às numerosas fábricas de blocos de concreto.

Diante do cenário de qualidade desses blocos, acontece hoje um controle ambiental, pela CETESB no estado de São Paulo, sobre a obtenção da matéria prima para este produto (destruição de matas ciliares). Além disso, tenta-se implementar a obrigatoriedade de colocação de filtros para evitar o “efeito estufa” no processo de fabricação. Assim, torna-se crescente a alta nos preços dos blocos cerâmicos. Portanto, se nos antigos níveis de preço desses produtos já havia um substancial vantagem na utilização dos tijolos de solo-cimento, no momento atual existe uma forte tendência no uso deste produto.

2.2. Blocos de concreto

Ainda que insuficiente o volume de recomendações e normas, segundo Sabattini et al., 1993, p.18) a alvenaria em blocos de concreto com função estrutural, cresceu na região Sudeste e vem se transformando em uma alternativa cada vez mais viável para construção de edifícios de baixa altura. Para edificações, a alvenaria de vedação em blocos de concreto, também encontra popularidade em função do baixo custo.

Os blocos com função estrutural são classificados em A e B, de acordo com a NBR 6136 “Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural”. O bloco de classe A aplica-se às alvenarias externas sem revestimento devendo o bloco possuir resistência característica à compressão maior do que 6 MPa, além de sua capacidade de vedação. O bloco de classe B aplica-se à alvenarias internas ou externas com revestimento devendo possuir resistência característica à compressão de no mínimo 4,5 MPa. Já os blocos para vedação, são recomendados com resistência característica à compressão de no mínimo 2,5 MPa.

Os blocos de concreto da região sudeste, são de quantidade e variedade de formas, tamanhos, texturas e resistências consideráveis, uma vez que o processo de fabricação é muito simples, entretanto, da mesma forma que os blocos cerâmicos, por questões ambientais, têm provocado uma série de discussões na busca de alternativas para aliviar seus impactantes.

2.3. Blocos de solo-cimento

O solo-cimento é considerado material construtivo que remete à humanização dos ambientes edificados. Diante de um cenário onde materias leves e frios como o concreto e o plástico dominam, ele agrada. Desde populações de baixa renda que podem fabricá-los e ter uma economia significativa, até classes sociais mais altas que podem utilizá-lo para fazer edificações personalizadas o solo-cimento é referenciado.

Para redução de custos, baixo impacto ambiental e aproveitamento de matéria prima, a técnica de solo cimento apresenta excelente alternativa como material construtivo para alvenaria.

Historicamente, está presente no Brasil desde o período colonial aliada a outras técnicas construtivos, como a taipa de pilão, adobe e pau-a-pique constituintes da arquitetura com terra. De acordo com pesquisadores brasileiros (Lima et al., 2009, p. 16) em 1948, o solo cimento foi empregado na construção de habitações em Petrópolis RJ, e atualmente, após verificação de pesquisadores da área, essas casas ainda se encontram em bom estado de conservação.

A mistura solo-cimento resulta num material fofo, que após processo de compactação e cura, enrijece, adquire impermeabilização e estabiliza-se formando um produto de massa especifica superior a dos componentes dos solos puros, que lhe confere alta resistência. Entretanto, como a terra não é padronizada existem, limitações ao uso de determinados solos, geralmente vinculadas à trabalhabilidade e ao consumo de cimento (Segantini et al., 2000, p.3). Os limites de consistência; LL – limite de liquidez e LP – limite de plasticidade, são as variáveis que melhor expressam as condições de trabalhabilidade. Ressalta-se, ainda, que a proporção de materiais deve ser criteriosa, uma vez que, a conseqüente retração da mistura é responsável por aparição de trincas indesejáveis que devem ser controladas.

O solo-cimento na construção de habitações populares permite uma redução de custos que podem atingir até 40% do valor da alvenaria quando bem executado. A utilização é concentrada em habitações, podendo ser utilizado em alvenarias de até três pavimentos.

No Brasil, foi amplamente aplicado em moradias por volta de 1978, quando o antigo BNH aprovou a técnica para construções de habitações populares. Na região metropolitana da capital de Minas Gerais, Município de Contagem, pode-se citar o Projeto Habitacional Sapucaias, construído em 1998, para abrigar 600 famílias, em excelente estado de conservação. Além dessas construções, várias residências isoladas ao adentrar pelo interior dos estados da região sudeste fazem uso do solo cimento.

3.ENSAIOS EXPERIMENTAIS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO

Para demonstrar o valor estrutural dos blocos em solo cimento moldados no interior da regiáo sudeste, optou-se por realizar ensaios demonstrativos de resistencia à compressão de blocos de solo cimento moldados na região sudeste por comunidade do interior, e de blocos em concreto e cerâmicos adquiridos em pequenas fábricas desta regiáo.

Posteriormente, são relacionados resultados de ensaios de outras pesquisas encontardas na literatura com a intenção de reafirmar o valor estrutural dos blocos. Assim, pretende-se evidenciar a pertinência do uso de blocos de solo cimento diante dos demais materiais para alvenarias com comparações dos resultados e futuramente, poder contribuir para melhorias nas normatizações.

3.1 Blocos Cerâmicos

Para determinação de resistência, foi selecionada uma amostra de 12 unidades de dimensões 14 x 19 x 39 cm de blocos do interior de 3 estados da região sudeste – Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, escolhidos aleatoriamente. A resistência nominal fornecida pelos fabricantes desses blocos é de 4,5 Mpa. Os ensaios foram realizados no laboratório de materiais de Construção da Universidade Fumec.

O ensaio de resistência à compressão destes blocos segue o método prescrito e especificado na NBR 6461 “Bloco Cerâmico para Alvenaria – Verificação da Resistência à Compressão”. Apresenta-se na tabela 1, o resultado da média de cada amostra.

Tabela 1 – Resultados de ensaios à compressão de blocos cerâmicos

cp`s	**Tensão de compressão Média (Mpa)**
MG	4,6
RJ	4,8
SP	4,6
MÉDIA	4,7

4.2 Blocos de Concreto

A determinação das propriedades mecânicas de um bloco de concreto segue prescrições da NBR 7184 “Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão”.

Seguindo a mesma metodologia, para determinação de resistência, foi escolhida uma amostra de 12 unidades de dimensões 14 x 19 x 39 cm de blocos das mesmas regiões, e de mesma resistência nominal, 4,5 Mpa que os anteriores. Os ensaios foram realizados no mesmo laboratório fazendo parte de um projeto de pesquisa da Universidade. Apresenta-se natabela 2, a média dos resultados das amostras.

Tabela 2 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de concreto

Média dos cp`s	**Tensão de compressão Média (Mpa)**
MG	4,1
RJ	4,4
SP	4,5
MÉDIA	4,3

4.3 Blocos de Solo-cimento

No interior do Estado de Minas Gerais, próximo a capital, em jazida previamente estudada através de ensaios físico mecânicos, o solo com LL = 36%, LP = 15% foi utilizado para moldagem dos blocos de solo cimento.

De acordo com recomendações do item 4.1.1 da NBR 10836 com proporções em volume utilizou-se o traço de 1:10 (solo cimento). Com auxílio de betoneira molhou-se o solo e adicionou-se o cimento. Após o transporte da mistura para o local de moldagem, utilizou-se uma prensa manual e os blocos foram feitos com dimensões de 10 x 15 x 40 cm. Posteriormente, curaram por 28 dias em ambiente protegido para manutenção da umidade.

Para ensaio à compresssão, foi utilizada as recomendações da NBR10836 e os ensaios foram realizados no mesmo laboratório dos demais blocos. De acordo com a NBR10834, a resistëncia à compressão para blocos vazados de solo cimento deve ser maior ou igual a 2,0 MPa para valores médios, e maior ou igual a 1,7 MPa para

valores individuais, aos 28 dias de idade. A tabela 3 apresenta os resultados de 6 corpos de prova e a respectiva média da tensão de compressão.

Tabela 3 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de solo cimento moldados in loco

cp	Tensão de compressão (Mpa)
1	4,5
2	4,6
3	4,1
4	3,9
5	3,9
6	4,6
média	4,3

Além dos blocos moldados in loco foram utilizados para a montagem da tabela 4, os resultados de duas outras pesquisas, com blocos de solo cimento com similar proporção de materiais (solo cimento) utilizada nesta pesquisa, realizadas na região sudeste com intenção de agregar valores ao estudo.

Tabela 4 – Resultados de ensaios à compressão de blocos de solo cimento de pesquisas na região Sudeste brasileiro

Média dos cp`s	Tensão de compressão Média (Mpa)
A	3,2
B	4,4
C	2,6

Sendo:
A = Resultados da pesquisa 1(Albuquerque et al., 2006, p.02)
B = Resultados da pesquisa 2 (Assis et al., 2002, p.22)
C = Resultados de pesquisa 3 (Lima et al., 2009, p. 8)

As pequisas relacionadas foram realizadas por pesquisadores na região sudeste em épocas diferentes, entretanto todas no interior do sudeste brasileiro. Apesar da diferenciação dos resultados de resistência à compressão, estes apresentam-se acima dos admitidos pelas normas brasileiras para blocos de vedação. Essa diferenciação é atribuída aos diferentes tipos de solo utilizados, que não são objeto desta pesquisa.

5.ANÁLISE DOS ENSAIOS E RESULTADOS

Através dos ensaios à compressão, verificou-se a incoerência de alguns resultados dos blocos de concreto, apresentados na tabela 2, relacionadas à normalização brasileira vingente. Pode-se entender, que a segurança na utilizaçáo destes blocos para alvenaria estrutural, embora de custo relativamente baixo fica comprometida. Neste aspecto os blocos cerâmicos não apresentaram problemas.

Para utilização em alvenaria com função estrutural, de acordo com a tabela 1, os blocos cerâmicos podem ser adotados com segurança, pois possuem média acima de 4,5 Mpa. Entretanto, pelas tabelas 2 e 3, os blocos de concreto e solo-cimento não

possuem resistência suficiente para alvenaria estrutural, podendo serem utilizados com função de vedação.

Para alvenaria de vedação, todos os blocos analizados podem ser utilizados, portanto, o requisito de resistência mecânica pode ser suprimido em função de outros requisitos, como custo. As demais pesquisas citadas, na tabela 4, embora tenham sido realizadas com solos de jazidas diferentes e em épocas diferentes, demonstram que os blocos de solo-cimento da região sudeste possuem resistência adequada para uso em alvenaria de vedação.

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de blocos de solo-cimento no Brasil, principalmente nas regiões menos favorecidas, como parte do interior da região sudeste, constitui uma alternativa de valor construtivo, uma vez demonstrado a capacidade de absorção de esforços para alvenarias de vedação. Acredita-se mediante os resultados de elevadas resistências à compressão dos blocos apresentados que, brevemente, poderão ser utilizados em alvenaria estrutural, ressaltando que as pesquisas se intensificam nas Universidades.

Diante do exposto na revisão de literatura para execução desta pesquisa, pode-se entender que a arquitetura com terra tende a ocupar espaço. Devido as contribuições das notórias preocupações ambientais, o agravamento do efeito estufa provocado pela fabricação dos demais blocos, juntamente, com os custos dos resíduos minerais e industriais rapidamente, esse fato se tornará uma realidade.

Obviamente, espera-se que cada região, em função de sua particularidade cultural, condição ambiental, tipos de solos disponíveis e em função de sua necessidade, desenvolva sua técnica construtiva com blocos de solo cimento de forma particularizada, ainda que tenham muitas semelhanças e possam ser normalizadas suas aplicações.

Além do exposto, a oportunidade de trabalho e renda que a fabricação dos blocos de solo cimento podem trazer às populações do interior da região sudeste brasileiro torna-se explicito o valor deste tipo de sistema construtivo.

Bibliografia

Albuquerque, L. Q. C. Et AL. (2008) *Resistência de Tijololos de Solo Cimento fabricados com o montículo do Cupim.* Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 2, p. 553-560, mar./abr.

Assis, J. B. E Chahud, E. (2002) *Avaliação do comportamento Estrutural de paredinhas, submetidas a cargas axial, construídas com blocos de solo cimento, isentas de argamassa de assentamento. Tijolito Sistemas AG de Construção Industrializada*. VII International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *"Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural"* ABNT -NBR 6136, 1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas *"Bloco Cerâmico para Alvenaria"* ABNT - NBR 7171, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas "Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Formas e dimensões". ABNT – NBR10835,1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas “Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Formas e dimensões”. ABNT-NBR 10835, 1994

Associação Brasileira de Normas Técnicas “*Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão”.* ABNT - NBR 7184, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas *“Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, procedimento”.* ABNT -10837, 1989.

Gutierrez, N. H. M, Martins, D. das N, Pietrobon, C. e Pietrobon, C.L. da R. (1994) *Caracterização Física de Componente Alternativo Industrializado: Bloco Vazado Auto-Portante em Solo-Cimento.* 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, Florianópolis, Brasil.

Lima, T. V. E Alves, M. G. (2009) *Estabilização de solos argilosos para a produção de blocos ecológicos.* IME – Instituto Militar de Engenharia. SE/4 Departamento de Engenharia Mecânica e dos Materiais.

Medeiros, J. S. e Sabbatini, F . H. (1993) *Alvenaria Estrutural não armada de Blocos de Concreto: Produção de componentes e Parâmetros de projeto*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

Segantini A. A. S. (2000) *Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira* - SP, Tese de Doutorado, Campinas, SP,FEAGRI, UNICAMP, 176p.

Shimbo L. Z. e Akemi I. (2005) *Questões, Conflitos e Potencialidades do diálogo entre moradores e arquitetos sobre materiais construtivos sustentáveis para habitação.* Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC-USP. Avaible et www.habitare.org.br/doc/docs-revista/artigo-lucia-shimbo.pdf

Vieira, J. N. F. De Holanda e D. G. Pinatti (2000) *Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes – RJ* UENF-CCT-LAMAV, Cerâmica vol.46 n.297 São Paulo Jan./Feb./Mar.

Curriculum

Luciana Nunes de Magalhães: Engenheira civil (Universidade Fumec), Mestre e Doutora em Engenharia de Estruturas (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)), Coordenadora do setor de Extensão, professora na graduação e Mestrado em Construção Civil da Universidade FUMEC, professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário – UNIBH.

THE MATERIALS UTILISED IN THE EARTHEN BUILDINGS SITED IN THE DRÂA VALLEY (MOROCCO): MINERALOGICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS

Eliana Baglioni[1]; Fabio Fratini[2]; Luisa Rovero[3]
[1,3]Florence University, Italy.
[1]Mobile: +39 3496434744 E-mail: elianabaglioni@gmail.com
[2]CNR- Institute for the Conservation and Promotion of Cultural heritage of Florence.
Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (Firenze), Italy.
Telephone: +39 055 5225414 E-mail: f.fratini@icvbc.cnr.it
[3]Piazza Brunelleschi 6, Firenze, Italia.
Telephone: +39 0552757886 E-mail: luisa.rovero@unifi.it

Theme 3: Techniques, construction, research and development
Key words: heritage preservation; mineralogical, physical and mechanical analyses; earth characterization.

Abstract
The paper reports the results of an experimental investigation carried out in order to determinate the physical and mechanical properties of the earth material utilized in the Drâa valley (Morocco) for the building made of pisé and adobe. In Drâa valley, a millennial heritage of earthen buildings of great architectonic value (ksar and kasbah) is present. The analyzes were carried out on different kind of earth, utilized both for adobe and pisé building. The earths were characterized through the study of the mineralogical composition, the determination of the grain size and the consistency limits. The mechanical properties were determined both in laboratory through mechanical test and in situ through sclerometers analysis. The results of the compositional, physical and mechanical analyses makes it possible to evaluate the suitability of the utilized earths as construction materials and to propose improvement methods.

1. THE EARTHEN BUILDING HERITAGE OF THE DRÂA VALLEY (SOUTHERN MOROCCO)

The Atlas chain not only divides geographically Morocco in two sides but also strongly affects traditions, architecture and cultural heritage. In the Drâa region which is a wide valley that cut the Anti Atlas up to the narrow passage of Beni Slimane, more than 300 *ksur* can be found amid palm forests. The *ksur* are fortified villages square or rectangular in shape surrounded by towered made of stone and earth while the buildings on the inside are made only of earth according to the adobe and pisé technology. The Drâa valley is known as the valley of the *kasbah*, fortified houses belonging to wealthy families and administrators of the territory and villages, constructed entirely with earth.

The external walls and the partition walls are realised with the pisé building technique which makes it possible to realise very high walls depending on the width of the wall itself. On the contrary the adobe building technique is utilised for the pillars and decorative elements both inside the patios and at the top of the buildings.

All along the Saharan side of Morocco, earth is the most important building material with an immense diffusion both in the ordinary buildings and in the monumental constructions strongly characterising the building identity of the site and as a consequence the landscape with amazing aesthetic results. The earthen buildings together with a suitable choice of the living typology, assure a good adaptation to the climatic conditions of the site thanks to the low thermal conductivity which isolate from the external heat maintaining a thermal comfort inside the house. Moreover earth is a material easy to find, available in very large quantities with consequent low costs of supply and transport.

The restoration of the existing building heritage is not sufficient to preserve and enhance such a valuable building typology but this goal can be achieved only together with the promotion of the present use of this building technology according to the tradition but nevertheless adapted to the present needs. Therefore the knowledge of the local building technology together with the characteristics of used “earth” is necessary in order to achieve these aims.

Unfortunately as already happened in Europe in the past century, also in Morocco the traditional “building know how" risks to disappear because of the diffusion of the reinforced concrete, considered a symbol of progress even if often the results are completely inadequate with respect to the environmental conditions.

This paper discuss the results of the compositional, physical and mechanical tests carried out on earth samples used as building material in the Drâa region with the aim to know the local building techniques and possibly to improve them.

2. MATERIALS AND METHODS

Earth samples taken from different villages of the Drâa valley (Amzrou, M’Hamid, Tamgrout, Tissergat and Zagora) and used for the pisé or adobe building technique have been characterised from the mineralogical and physical point of view. At the same time, sclerometric tests have been carried out on some pisè and adobe buildings in Tissergat and Zagora together with laboratory mechanical tests on M’Hamid, Tissergat and Zagora adobe in order to measure the compressive strength. The correlation between the data collected in laboratory and on-site makes it possible to evaluate the suitability of the earth as building material and to envisage and develop an improvement of the procedures.

The compressive strength performed both on unweathered materials and on samples exposed to aging cycles, is the most important mechanical parameter to be considered in a masonry. Nevertheless the durability and the mechanical strengths depend on the compositional characteristics (mineralogy, granulometry) which on their turn influence the consistency limits. Therefore the compositional and physical characterisation makes it possible to give a reason of the behaviour of the earth material and to envisage possible corrections like adding a temper or fibres, mixing for more plasticity, changing the degree of compaction and the amount of water, and other additives.

2.1 Sampling

The following samples have been considered:
Sample A: earth for pisé (Amzrou);
Sample B: adobe of new production (Tamgrout);
Sample C: in situ adobe (old) (Tamgrout);
Sample D: earth from the palm forest used to produce adobe or mixed with earth E in order to produce pisé (Tissergat);
Sample E: earth from the mountain used to produce pisé, alone or mixed with earth D (Tissergat);
Sample F: adobe of new production (Zagora);
Sample G: adobe of new production (M’Hamid);
Sample H: in situ adobe, monumental door (Tissergat);
Sample L1: pisè masonry, defence tower (Tissergat);
Sample L2: pisè masonry, monumental door (Tissergat);
Sample L3: pisè masonry, defence walls (Tissergat);
Sample L4: pisè masonry, house wall (Tissergat);
Sample L5: pisè masonry, house wall (Tissergat);
Sample L6: pisè masonry, house wall (Tissergat);

Sample L7: pisè masonry, house wall (Tissergat);
Sample L8: pisè masonry, monumental door (Zagora);
Sample L9: pisè masonry, defence walls (Zagora);
Sample L10: pisè masonry, house wall (Zagora);
Sample L11: pisè masonry, house wall (Zagora);
Sample M1: adobe masonry, monumental door (Zagora);
Sample M2: adobe masonry, house wall (Zagora);
Sample M3: adobe masonry, house wall (Zagora);
Sample M4: adobe masonry, house wall (Zagora).

On the samples A, B, C, D, E, F, G, H the following analyses were performed:

- determination of the principal mineralogical composition and clay mineral composition through x ray diffraction (XRD);
- determination of the amount in calcite through calcimetry;

On the samples A, B, C the following analyses were performed:

- granulometric analysis through sieving (according to the ASTM D 2217 normative) and sedimentation (AASHTO T 88-72) ;
- study of the physical characteristics through determination of the liquid (Wl%) and plastic (Wp%) limits (Atterberg limits) that make it possible to compute the plasticity index (Ip%) (CNR-UNI 100014) and to classify the earth material according to the Casagrande Chart.

On the adobe samples F, G, H three point bending tests were also carried out in order to determine indirectly the compressive strength (multiplying by 8 the tensile strength).

On samples L1 to L11 and M1 to M4, in situ Proceq pendulum hammer type PM (range 0.2-5 N/mm^2) analysis was carried out in order to determine indirectly the compressive strength through the superficial hardness measurement. The results are affected by a high degree of uncertainty but still provide reference data, which are more meaningful if accompanied by some results from laboratory tests.

3. THE COMPOSITIONAL AND PHYSICAL CHARACTERISATION - RESULTS AND DISCUSSION

The results of the performed tests make it possible to draw the following considerations:

As regards to **sample A**, the mineralogical analysis (tables 1 and 2) displays the composition of a lean earth because of the low amount in clay minerals (23%) with respect to the sandy fraction (77%) composed mainly by quartz. Moreover the low amount of smectite (a swelling clay mineral) with respect to the other not swelling clay minerals (illite, kaolinite and chlorite), does not permit to the material to retain a large amount of water with consequent low plasticity and low shrinkage. This behaviour is confirmed by the plasticity parameters (Wl =18.5%, Wp =16.7%, Ip =1.80%) which values permit the following classifications (figure 1):

- activity coefficient A = 0.17 (not active earth);
- classification according to AASHO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt)*.

The granulometric curve of sample A (figure 1) does not fit in the field of admissibility defined by CRATerre particularly with reference to the classes of higher dimensions (sand and gravel) while it fits well for the finer dimensions classes (silt and clay) which have a percent on the total of 57.5%. With reference to this percentage the material can be defined a *fine grained earth*.

Table 1. Main mineralogical composition. (credits: Baglioni E. and Fratini F., 2009)

MAIN MINERALOGICAL COMPOSITION								
	SAMPLE A	SAMPLE B	SAMPLE C	SAMPLE D	SAMPLE E	SAMPLE F	SAMPLE G	SAMPLE H
QUARTZ	42%	37%	37%	15%	33%	25%	32%	22%
FELDSPARS	15%	9%	3%	8%	17%	11%	13%	6%
CALCITE	15%	13%	13%	7%	6%	8%	9%	7%
DOLOMITE	5%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	3%
CLAY MINERALS	23%	38%	45%	67%	41%	53%	43%	62%

Table 2. Mineral clay composition. (credits: Baglioni E. and Fratini F., 2009)

CLAY MINERAL COMPOSITION								
	SAMPLE A	SAMPLE B	SAMPLE C	SAMPLE D	SAMPLE E	SAMPLE F	SAMPLE G	SAMPLE H
KAOLINITE	20%	25%	25%	25%	25%	25%	20%	25%
ILLITE	40%	40%	40%	45%	40%	55%	40%	40%
CHLORITE	20%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
SMECTITE	20%	25%	20%	15%	20%	tracce	20%	15%

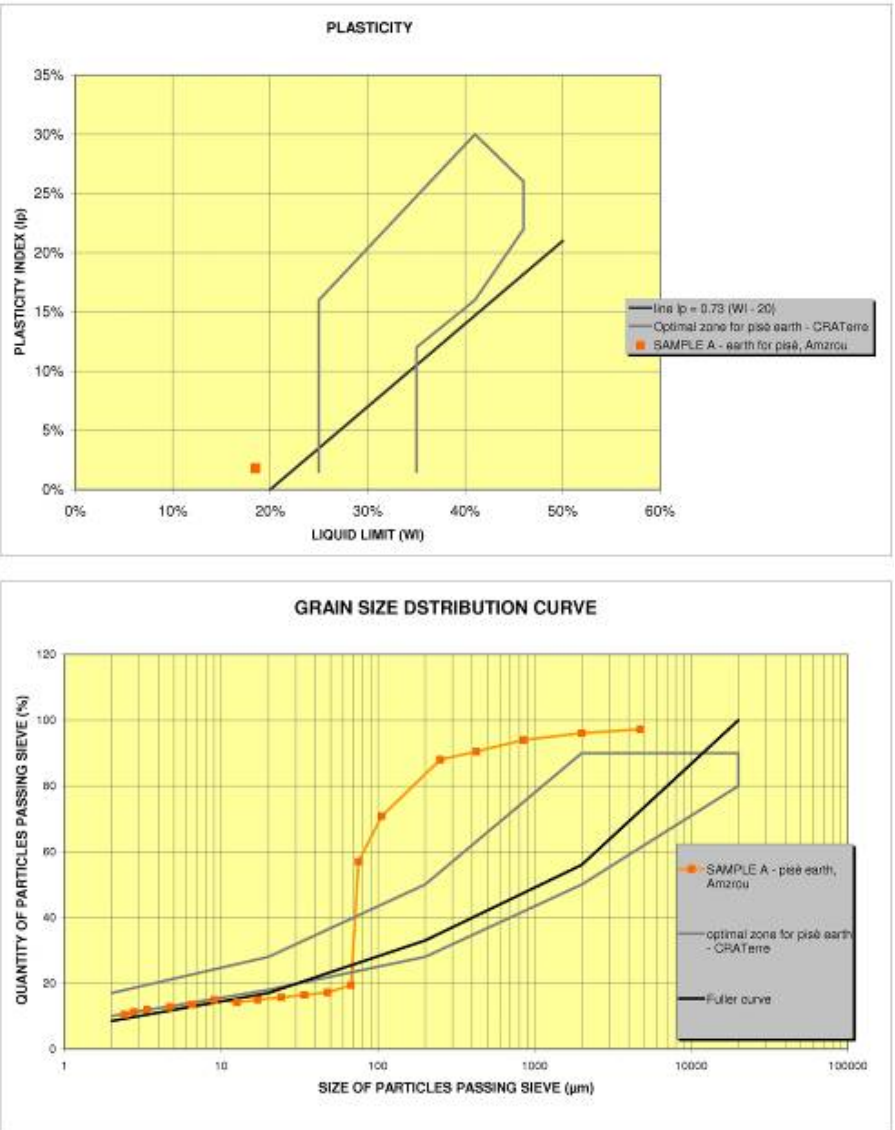


Fig. 1 – Sample A, plasticity and grain size distribution curve.
(credits: Baglioni E. and Rovero L., 2009)

As for **sample B**, the mineralogical composition (tables 1 and 2) displays a higher amount of clay minerals (38%) and a sandy framework of 62% composed mainly by quartz. With respect to sample A, the higher amount of clay minerals together with the higher amount of smectite in the clay fraction, determine a slight higher plasticity as indicated by the plasticity parameters (Wl =21%, Wp =17.2%, Ip =3.80%). These data permits the following classifications (figure 2):

- activity coefficient A = 0.12 (not active earth);
- classification according to AASHO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt).*

The granulometric curve of sample B (figure 2) fits in the field of admissibility defined by CRATerre even if with an irregular shape: there is a sharp increase for the grains of 200 µm (meaning that this class is too abundant) while for the granulometric classes larger than 400 µm the curve is almost horizontal meaning that such classes are not represented.

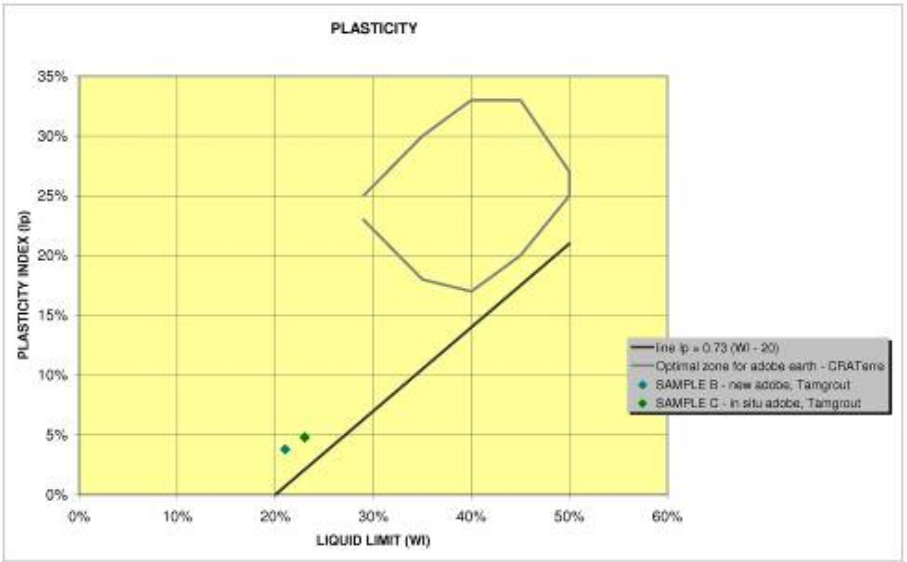


Fig. 2 – Samples B and C, plasticity and grain size distribution curve.
(credits: Baglioni E. and Rovero L., 2009)

In **sample C** the mineralogical composition (tables 1 and 2) displays a quite high content in clay minerals (45%) and a sandy framework yet composed mainly by quartz.

The high amount in clay minerals together with the presence of smectite gives rise to a quite plastic behaviour as showed by the plasticity parameters (Wl = 23%; Wp = 18.2%; Ip = 4.80%). Nevertheless these data, according to AASHO and USCS, make it possible to classify this material as a low plasticity earth (figure 2):

- activity coefficient A = 0.13 (not active earth);
- classification according to AASHO: A-4 class: *low compressibility silty earth*;
- classification according USCS: *Lp class (low plasticity silt).*

The granulometric curve of sample C (figure 2) shows the same shape as sample B.

As regards to **sample D**, the limits of consistency have not been determined but, given the high content in clay minerals (67%) (table 1), the earth material should have a quite plastic behaviour, nevertheless higher than sample C.

Also for **samples E, F G** and **H** the limits of consistency have not been determined but given the amount of clay minerals, the following considerations can be drown on the basis of the mineralogical composition:
- **sample E**: 41 % of clay minerals, amount in between that of sample B and sample C, 20 % of smectite with respect to the total of the clay minerals. The earth should display limits of consistency intermediate between the two samples;
- **sample F**: 53 % of clay minerals, amount in between sample B and D, absence of smectite. The earth should display limits of consistency similar to sample C;
- **sample G**: 43 % of clay minerals, amount similar to sample C, 20 % of smectite. The earth should display limits of consistency similar to sample C;
- **sample H**: 62% of clay minerals, amount slightly lower than sample D, 15 % of smectite. The earth should display a plasticity slightly lower than sample D.

4. MECHANICAL CHARACTERIZATION

4.1 Three point bending tests

The 3-point bending test was performed on three adobes collected in the sites of M'Hamid, Tissergat and Zagora (figure 3). From the test the maximum tensile strength of the samples is obtained and, in indirect way, an indicative value of compressive strength can be obtained multiplying the results by an amplifier coefficient, chosen equal to 8.

The results are the following:

- for Zagora adobe (sample F) a tensile strength of 0.28 MPa and a compressive strength of 2.2 MPa.
- for the M'Hamid (sample G) adobe a tensile strength of 0.18 MPa and a compressive strength of 1,46 MPa;
- for Tissergat adobe (sample H) a tensile strength of 0.35 MPa and a compressive strength of 2.8 MPa.



Fig. 3 – Sample F and G three point bending tests. (credits: Rovero L., 2009)

4.2 In situ tests of the compressive strength through sclerometer

The tests for the in situ determination of the compressive strength have been performed at Zagora and Tissergat on pisé and adobe masonries both of fortifications and houses. The compressive strength has been determined with a Schmidt-hammer, type PT (Proceq) (see figure 4), designed for the non-destructive testing of light weight concrete, gypsum and similar extremely soft building materials, measuring in the range 0.2-5 MPa compressive strength. The reliability of the results obtained with this instrument has been verified through a comparison with the compressive strength determined with monoaxial compression test.

In order to have reliable data, a statistically significant number of tests has been performed computing the mean value and the variation coefficient (v.c.):

- a total of 70 tests on pisé masonries at Tissergat (samples L1 to L7) mean compressive strength 2.95 MPa, v.c. = 0.22. Among these tests, 30 were carried out on fortified walls (mean compressive strength 2.6 MPa) and 40 on houses (compressive strength 3.2 MPa);
- a total of 40 tests on pisé masonries at Zagora (samples L8 to L11) mean compressive strength 2.96 MPa, v.c. = 0.23. Among these tests, 10 were carried out on fortified walls (mean compressive strength 2.7 MPa) and 30 on houses (compressive strength 3,1 MPa).
- a total of 40 tests on adobe masonries at Zagora (samples M1 to M4) mean compressive strength 2.83 MPa, v.c. = 0.16. Among these tests, 10 were carried out on fortified walls (mean compressive strength 2.1 MPa) and 30 on houses (compressive strength 3.1 MPa).



Fig. 4 – Sclerometer tests. (credits: Rovero L., 2007)

5. CONCLUSIONS

A good earth material suitable to be used as building material in earthen constructions must be doughy and quite rich in clay (more than 20%) because it is just the clay fraction that plays the binding role and gives cohesion to the material. On the contrary a lean earth (poor in clay minerals) displays a low cohesion. Nevertheless the characteristics that a building earth must display depend on the building technique that

is used: a quite fat earth (rich in clay minerals) is suitable for adobe and a coarse grained earth with a gravel fraction for pisé (Guillard and Houben, 1989).

In the Drâa valley the most used earth is the so called "garden earth", namely the earth that can be found inside a palm forest. On the contrary the areas outside the palm forest are characterised by a mainly sandy ground which towards the hills becomes stony and it is called " earth of the mountain". Therefore according to the building technique (pisé or adobe) the different earths can be mixed.

The earth utilized as building material in the Drâa valley comes from the surroundings of the building places, taken just under the ploughed layer and selected according to not written rules based on visual and touch examination (colour, consistency etc.). The earth has a great granulometrical variability also in the same site, but yet with a similar mineralogical composition, justified by the fact that it comes from alluvial deposits that display the same minerals although in different amount all along the valley. The comparison of the earth used for pisè and adobe, point out that the earths used for adobe are richer in clay with respect to that for pisè, in agreement with literature data. Nevertheless the earths display low plasticity as evidenced by the classification made according to the two methods most widely used (AASHO and USCS): samples A, B and C are low plasticity silts. This depends by the large amount of framework constituted by quartz and feldspars and by the small amount of expandable clay minerals like smectite which increase plasticity and cohesion but also give rise to shrinkage problems. In summary the earth are quite cohesive and not too expandable, therefore recommended for the construction.

In regards to the adobe bricks in Tamgrout, both the mineralogical and granulometric analyses point out that the old adobe (sample C) is more clayey then the modern one (sample B). Such defects can be explained either with a loss of knowledge in the field of the material culture (meaning that the skill of choosing the best earth has been lost) or due to the working out of the best raw material.

The three adobes compressive strength (sample F, G, H) are relatively different, but there seems to be some direct proportionality between the clay content (see table 1) and the mechanical performance. The adobe of the Tissergat monumental door has a greater compressive strength then the other two new production adobes. On average, adobe have a compressive strength of 2.2 MPa, compatible with the values indicated by the literature (2 -2.5 MPa).

The results of the sclerometric tests performed in Tissergat and Zagora (sample L1 to L11 and M1 to M4), point out that the mean compressive strength of pisé masonries is 2.95 MPa, value close to that reported by the authors as typical for the pisé masonries (3 MPa). Moreover in both villages the compressive strength of the fortified walls is slightly lower than in the houses. A possible explanation is the higher exposition to the atmospheric agents suffered by the fortifications.

The mean compressive strength of the sclerometric tests performed in adobe masonries of Zagora is 2.83 MPa. These data are relatively higher than those obtained from three point bending test, but are completely compatible with them if we refer to the values obtained by a amplifier coefficient, chosen equal to 10, which is generally used. These data demonstrate the great adaptability of the earth to be used as building material.

Bibliography

Alecci V., Briccoli Bati S., Rovero l. (2006). *Considerazioni sulla messa a punto di test per la determinazione dei parametri meccanici del materiale terra cruda.* Convegno

Nazionale “Sperimentazione su materiali e strutture”, 6/7 dicembre 2006, a cura di S. Russo e E. Siviero. Venezia (Italia).

Asebriy L., Bucci C., El Amrani I., Franchi R., Guerrera F., Martin-Martin M., Patamia C., Raffaelli G., Robles Marin P., Tejera De Leon J., Tentoni L. (2007). *Etude integée de la dégradation des monuments historiques Romaines et Islamiques de la ville de Rabat (Maroc): proposition de solutions durables de prévention et de restauration.* Science and Technology for Cultural Heritage, 16 (1-2) (2007), pp. 45-65.

Baglioni E., Fratini F., Rovero L. (2008). *The mineralogical and mechanical characteristics of the earth utilised in the earthen buildings sited in the Drâa Valley (Morocco)*, 2éme Rencontre internationale sur le Patrimoine Architectural Méditerranéen RIPAM2, 24 - 26 Octobre 2007. Marrakech (Maroc).

Bartolomucci C. (2006). *Da Yazd 1972 a Yadz 2003: percorsi della conservazione dell'architettura in terra cruda.* IV Congresso nazionale IGIIC "Lo Stato dell'Arte", 28-30 Settembre 2006. Siena (Italia): pp. 439-445.

Briccoli Bati S., Rovero L., Tonietti U. (2008). *Considerations on methods to evaluate the compressive strength of earth building materials.* Terra 2008, 10TH International Conference on the study and conservation of earthen architectural Heritage, 1-6 February 2008. Bamako (Mali).

Briccoli Bati S., Rovero L. (2004). *Earthen constructions.* Proc. of International Conference, IC-SGECT’04. Mansoura (Egypt).

Briccoli Bati S., Rovero L. (2004). *Costruzioni in terra cruda.* First International Research Seminar of Forum UNESCO – University and Heritage on “Architectural Heritage and Sustainable and Appropriate Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions. Research and cooperation results and strategies. Florence (Italy).

Briccoli Bati S., Rovero L. (2001). *Natural additives for improving the mechanical properties and durability of adobe building material.* Mats. Eng. Journal, 3, [12].

Fratini F., Manganelli Del Fà C., Ranocchiai G. (1994). *Earthen Building in Tuscany: characterization of the material used in Buildings of the high Valdarno.* Convegno “Ceramics in Architecture”, 8th CIMTEC World Ceramics Congress and Forum on New Materials, 28 Giugno-1 Luglio 1994. Firenze (Italia): pp. 239-246.

Guillard H. & Houben H. (1989). *Traité de construction en terre.* Marseille (France): Editions Parenthèses.

Raviolo P. L. (1993). *Il laboratorio di geotecnica, procedure di prova, elaborazione, acquisizione dati.* Italia: Ed. Controls.

Curriculum

Eliana Baglioni, architecture graduation at the University of Florence, Italy. She participated in many initiatives related to earthen buildings and in general to bioarchitecture. Participation as coauthor of a paper at the Congress *Ripam 2*, Morocco (2008).

Fabio Fratini, graduated in Geological Sciences at the University of Florence, since 1984 working as in the CNR- ICVBC of Florence. His research activities concern the archaeometry of stone materials, bricks, "terracotta", and mortars utilized in architecture and the study of their decay phenomenologies. Member of the Scientific Committee of the Congress "Science and

Cultural Heritage", member of the UNI standardization body, coauthor of more than 170 scientific papers.

Luisa Rovero, architect and PhDoctor in “History and Science of building techniques”. She is Assistant Professor of “Structural Mechanics” at the University of Florence. Her research activity is mainly focused on mechanical behaviour of masonry, earthen structures and consolidation techniques for historical buildings.

TRADITIONAL BUILDING TECHNIQUES OF THE DRÂA VALLEY (MOROCCO)

Eliana Baglioni[1]; Saverio Mecca[2]; Luisa Rovero[3]; Ugo Tonietti[4]
Florence University, Italy.
[1]Mobile: +39 3496434744 E-mail: elianabaglioni@gmail.com
[2]Via San Niccolò 89/a, 50125 Firenze;
Mobile: +39 3473794966 E-mail: saverio.mecca@unifi.it
[3,4]Piazza Brunelleschi 6, Firenze, Italia.
Telephone: +39 0552757886 E-mail: luisa.rovero@unifi.it; u.tonietti@unifi.it

Theme 3: Techniques, Construction, Research and Development.
Keywords: local building techniques, pisè (rammed earth), adobe (mud brick).

Abstract
The present work reports the results of investigations carried out on earthen constructions in the villages of Tamnougault, Tissergat, Amzrou and Tamngrout, in the Drâa valley (Morocco). This study aims to illustrate the techniques characterizing the local building culture, in order to understand its origins and motivation. Constructions show the use of both rammed earth and adobe, used separately in different parts of the building. Floors and roofs are made with palm wood, canes and earth. The built heritage of the Drâa valley is an excellent example not only of high architecture, but also of how the local people and culture were able to respond in excellent way to the environmental challenge in a context very poor in resources.

1. THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF THE DRÂA VALLEY

The Drâa valley is located in the south east of Morocco, near the Sahara desert and houses one of the greatest treasures of earthen architecture in the World, consisting of *ksur* and *kasbah*. The study we present here shows the results of in situ surveys carried on by a team of the University of Florence, in successive missions (2006, 2007, 2009) in collaboration with the Professional Building School of Florence and the Association de Développement de la Vallée du Drâa (ADEDRA), and concerning the elaboration of an inventory of local technical knowledge of construction characterizing the area.

Drâa comes from the Saharan side of the High Atlas and then create a wide valley at the base of the Anti Atlas, entering finally in the Sahara. The Atlas Mountains divide Morocco not only geographically but also in lifestyles and in the occurrences of architecture. Within the valley, consisting of a system of six oases featuring date-palms, are, in fact, more than 300 *ksur*, or fortified berber villages, and the *kasbah*, fortified houses belonging to wealthy families and administrators of the territory and villages, constructed entirely with raw earth.

The heritage represented by these urban settlements is the proof of the existence of technical knowledge and skills accumulated over thousands of years of practice and local experience and handed down with the know-how. These skills are being lost because figures like the foreman, and new young apprentices are disappearing. Like it has already happened in Europe in the past century, therefore in Morocco the constructive "know how" related to the traditional techniques is likely to disappear because of the widespread use of reinforced concrete, considered as index of development and progress, even if it brings results often completely inadequate for the environmental conditions.

2. CONSTRUCTION SYSTEM

2.1 The building process and the *maâlem* figure

In the Drâa valley, the building process depends entirely upon the *maâlem*, helped by two or three labourers. The *maâlem* is the foreman, the holder of the know-how; this person has the responsibility for the worksite and for unskilled workers, and he responds to the client.

The work of the *maâlem* is artisan-like, there are no schools or training courses, it can be learned only empirically, with experience, handing it down from generation to generation. The whole construction process is entrusted to *maâlem*, covering the roles of architect, director of project and worker.

The planning phase, as conceived in our cultural context, is inexistent. There isn't a project design (often the *maâlem* can't write), there is just an idea that *maâlem* and the customer construct together by talking, thinking, explaining and describing that gradually shapes during the construction. All agreements are made orally and are based on trust. The construction sites and work tools are traditional and artisanal.

The masonry techniques used in the Drâa Valley are pisè, *alleuh*, and adobe, *toub*, used separately in different parts of the building. Although these techniques are known and spread throughout the world, their implementation demonstrates local intelligence that permits the local people to adapt and protect themselves against the toughest aspects of the pre-saharan climate (heat and sand storms).

Generally pisè is used for the realization of the lower stores, in the house (*dâr*) on the ground floor and first floor, while upstairs adobe is used.

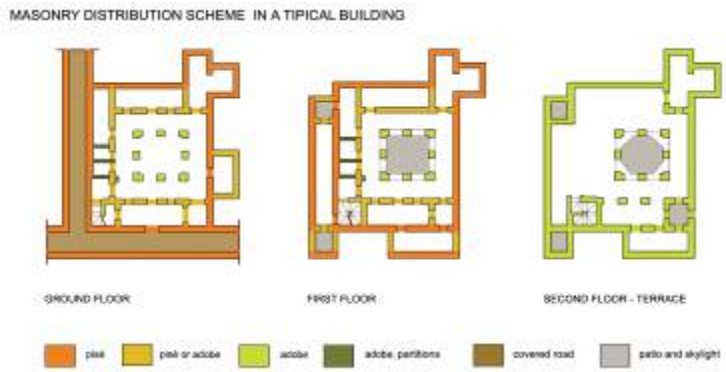


Fig. 1 – Scheme of the use of pisè and adobe masonry within a building. Case study of Hotel Dar Esseltane in Tissergat, Drâa Valley, Morocco. (credits: Baglioni E., 2009)

2.2 The building materials

In the traditional building technique in the Drâa Valley, the major role is played by the earth material used: for the walls, for the floors, for the roofs, for the mortar and for the plaster. The earth, used for its versatility in many different situations, proves to be the most suitable material for an effective response to warm-dry pre-desertic climate of the place. At the side of earth, palm wood is used for horizontal structures, and canes are used for floors and roofs; finally we find a limited use of stones, mainly for the realization of foundations. All these materials are easily available on-site and found in good quantities.

The earth

By the investigations carried out on site resulted with the following possibilities, the earth is taken on the site or in the close vicinity of the yard, on the contrary, where the soil is not suitable, for example in the case of sandy soil, the earth is extracted from a common quarry.

The earth most commonly used is the so-called "*earth of the garden*" that is found inside the palmery or in the surrounding areas, earth that, for its alluvial nature, is rich in clay. Lands of the palmery aren't, however, everywhere the same, they have common characters, but they differ from place to place, even within small areas, and thus present different characteristics.

Sometimes the earth of the palmery is mixed with the "*earth of the mountains*", rocky terrain but friable, resale at the bottom of the mountains. The lands are appropriately selected; the recognition is based on tacit knowledge, acquired over time and with experience. Custodians of this knowledge are not only *maâlmin* but the whole population.

The palm tree

The date palm is the backbone of the oases ecosystem of the pre-Saharan regions and marks the boundary between the Mediterranean culture and the Sahara. To use it as a building material, it is chosen from the palmery a no longer fruitful palm tree, usually one of the highest and oldest that, because it is not easily pollinated, it is impossible to use for date production.

The palm tree hasn't high performance at a structural level because its trunk is not properly wood, but is made by up parallel bundles of fibers that, subjected to weight, don't ensure effective mutual cooperation and suffer intense inflections. The palm tree is, however, the only wooden materials possible to used in construction field, so the problem is contained and controlled by keeping the lights quite small, generally 2-2.5 m (up to a maximum of 4 m); dimension that becomes a proper module for the construction of any building.

3 THE CONSTRUCTION COMPONENTS

3.1 The foundation

More than foundations, we should speak of basements, with variables depth and height, made with stones found on site, dry-walled or with a earthen mortar. Depth, type, presence or absence of foundations are function of the soil type on which one has to build, of the type of wall or building and of the role they perform. Foundations are not always found, sometimes the walls are erected directly on the ground or, especially in the case of partitions or fences walls, it works with the casting of pisè or the laying of adobe directly inside of the excavation, to ensure collaboration within the wall and the ground. When present, thickness and height of foundations can vary even in the same wall, their realization doesn't follow, apparently, a very specific rule. We propose a classification based on 3 main types.

A first type consists of a thin layer of stones, 10-15 cm, built at the base of the wall, directly on the soil and without excavation. In the case of pisè masonry, stone foundation, if dry walled, can be placed directly inside the gauge box before the cast of the mixture. This type of foundation is generally built on solid ground and it is not subject to severe subsidence or on sandy and drained soils.

The second type of foundation instead is placed inside an excavation, to realize a collaboration with the ground. The excavation is made removing the surface layer to reach a more solid ground, its depth is, therefore, variable but estimated around 50 cm below the level of soil; the width, however, depends on the thickness of the wall and on the height of the building. This type of foundation is made wider than the wall, with a taper, more or less accentuated, that is often used as sitting; the minimum width is, however, 60 cm to allow the *maâlem* free movements in the excavation. The heights outside the ground of these basements, finally, are highly variable, starting from a

minimum of 20 cm, but may also extend beyond the meter, especially in the corners or doors reinforcement.

A third type of foundations consists of a stones basement of considerable height, with the same width of the wall; these foundations can be set directly on the soil or inside an excavation. On the basement is set directly the masonry, mainly in pisè; sometimes, to ensure greater continuity of construction, is made a layer of stones inside of the gauge box, before casting the earth.

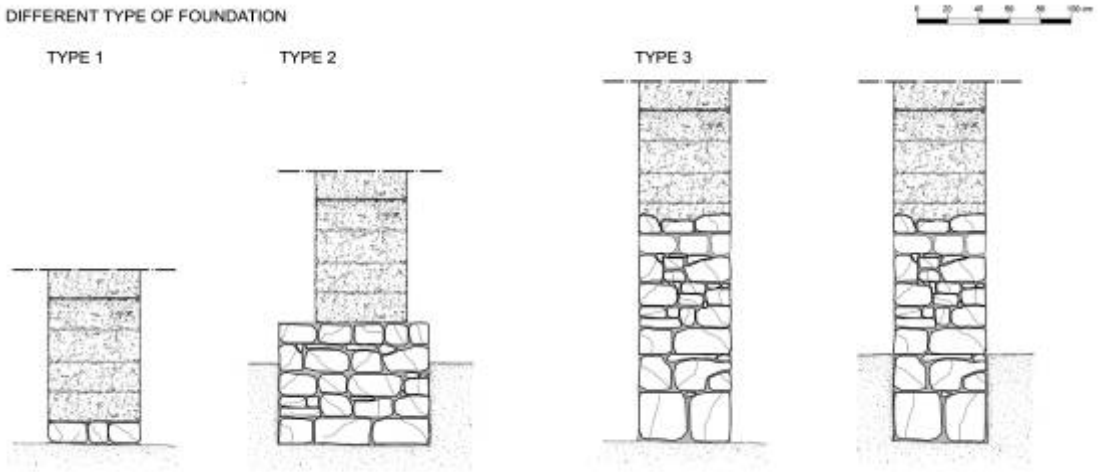


Fig. 2 - Types of foundation. (credits: Baglioni E., 2009)

3.2 The pisè masonry

The pisè technique is the most broadly used, in the Drâa valley, for the construction of load-bearing walls, but it is also used in interior partitions of buildings or in the construction of houses or land fence walls. The wall construction proceeds horizontally until the closing of the entire perimeter; after an appropriate drying time (at least one week), necessary to prevent deformation or collapse of the masonry, we proceed to realization of the higher level; the building is then raised for following "layers".

This construction system, performed by shifting a single gauge box, from block to block, involves the adoption of a constant thickness of the wall along all the perimeter, and generally also on the whole height; possible variation of the thickness of the wall is at the change of plan. For a 3-storey building, 40-50 cm of thickness masonry is enough, while for more highest buildings are needed most relevant thicknesses, from 60-100 cm. The height of the floors is very variable, from 2.5 m to 5 m, but is proportional to the height of a certain number of pisè blocks.

To ensure the masonry scarf, at each "ring" of pisè is made a mismatch of the gauge box from the below level, the corner is treated in the same way. The interior partition walls are generally built at the same time of the perimeter walls, they retain the same thickness and are directly linked through the mismatch of the pisè block; this requires constant plan of the building at various floors. When the partitions are made of adobe, the scarf with the perimeter walls is realized by digging a furrow in the pisè. As for openings, they are usually made by interruption of the masonry, for the smaller, 20-30 cm in width, it isn’t necessary to use a lintel.

Analyzing the situation is evident that the scarf in the cantonal and between walls and partitions are not always successfully, thereby producing non-cooperation and non-linked walls that tend to detach and act as single sheet walled.

The pisè, for its mode of implementation has discontinuity points of the masonry, consisting of the holes left by the inferior transverse of the gauge box, once unthread. The holes and joints between the pisè blocks are weak point in the masonry and favorite channels for the water infiltration; for this reason cracks in the walls corresponds mainly to them.

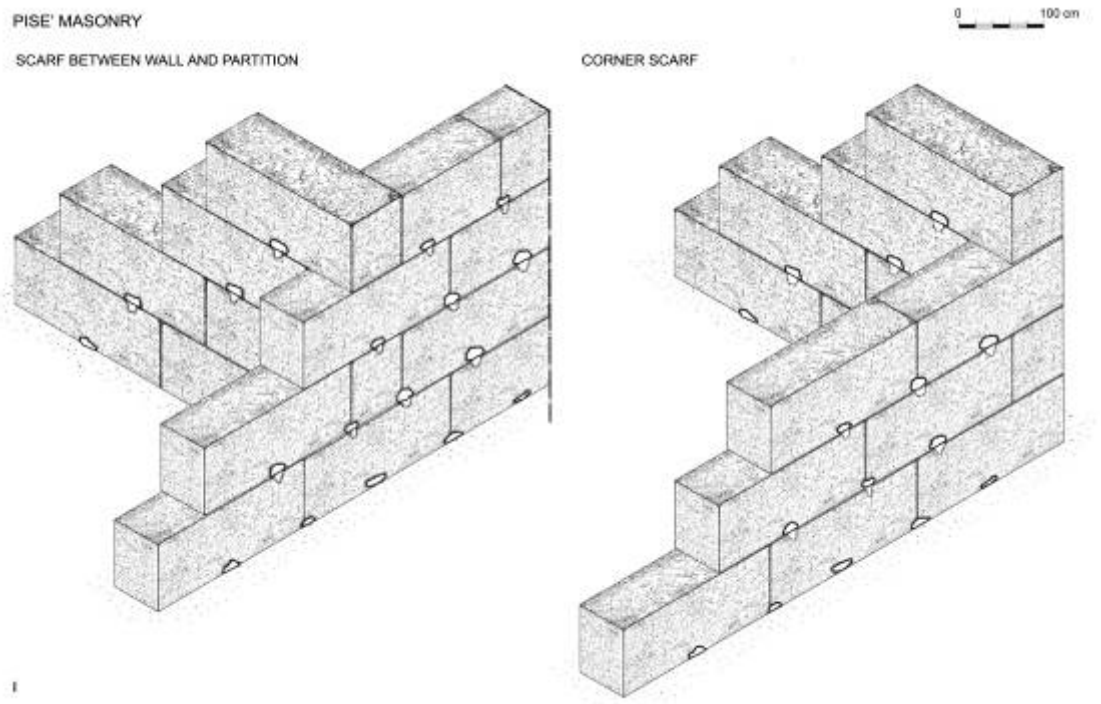


Fig. 3 - Pisè masonry. (credits: Baglioni E., 2009)

3.3 The adobe masonry

Regarding the perimeter walls, the adobe is generally used for upper floors, which are subject to minor weight, and where it best suites for finishing and decor (it's also true that the work in adobe is more focused but also expensive). In a pisè masonry there are portions that need to be made with adobe, for the difficulty or even the impossibility of pressing the earth inside the pisè gauge box. The adobe is then used to complete the masonry above or to support the wood lintel or between floor beams, becoming here a string-course in the pisè masonry.

Whole monumental openings in prestigious buildings (*kasbah*) or in the fortified walls of the villages, are built with adobe so that arches and decorations can be realized, using different dispositions in masonry.

Adobe plays its major role in patios, reaching the maximum of its bearing and decorative capacity. In the patio, the centre of the house and only interior space where there are decorations and architectural details, pillar and walls are entirely made of adobe. The adobe, finally, are also used to repair cracked masonry, both in adobe or in pisè, with the “stitch-unstitch” technique. Even partitions, not load-bearing, internal to houses or bounding walls of the light shafts along the tunnel routes, are made of adobe.

- The bricks are produced in different sizes but they are craft products, so, their size varies from site to site, from village to village. The walls have typically thicknesses of 40 cm, 50 cm or 60 cm and can shrink at the upper floors; it is masonry of 2, 3 or 4 heads based on the size of bricks.

- Masonry dispositions are very variable, the bricks are laid on the long side, head-like, knife-like, obliques and herringbone. Analyzing the condition of things is evident that only in rare cases it has regular and constant course within the same masonry.

- The mortar consists of a mixture of earth and water, to which more rarely straw is added. In the realization of adobe, the mortar is laid in horizontal joints between the courses, but rarely in those verticals. The joints are thick, from 2 cm to 4 cm.

- The lacking order in the course disposition, the little attention in the offset of adobe, the presence of mortar only in horizontal joints, do not ensure proper cooperation between the elements and produce, therefore, lack of linkage and little resistance masonry. Where a load-bearing capacity is required, usually on the lower floors or patios, the equipment is clearly more regular and well-executed, with adobe laid on the long side, and head-like or on the long side and knife-like.

3.4 The "patio" element

The patios can have different size and shape, characteristics that depend on construction techniques, climate and on the role that they have to play. From the spatial point of view, the patio is defined by a central space, bounded by two (or more) rows of arches or lintels on several spans, and by a perimetral tunnel, present on each floor, which creates a plan of exchange between vacuum and private rooms.

The architectural elements that define the patio are pillars, brackets, lintels and arches, which may have different shapes and sizes and be variously combined. The patio is always square shaped and, in relation to size, is composed with different number of span for side. In the *dâr* patios there are generally 4 or 8 pillars, while in the *kasbah*, there are more patios of different sizes, but only in very rare cases they show more than 4 spans for side.

3.5 The pillars

The pillars, *sserit*, play a key role in the architecture of the patios and of the villages and housing entrances, serving as support for lintels or arches, but are frequently used leaning against walls to reduce beams length or in the internal room partition. The pillars are made in adobe, with masonry of 3, 4, 5 or 6 heads based on the size. Play a structural role, the masonry is carefully executed, using adobe laid on the long side, and on the head and mortar both in horizontal and vertical joints; horizontal joints are generally very high, up to 4 cm.

The pillars are made in various forms, typically starting from a quadrangular form, and in various sizes, on average between 50 cm and 80 cm for side. The most common form is the rectangular (or square) are sometimes also used jagged pillars or cross-shaped. In the *kasbah* can also be found more articulate pillars, hexagonal, octagonal, circular or square with some rounded edges.

3.6 Lintels and brackets

The lintels are used not only for the opening of doors or windows in the adobe or pisè masonry, but also in the central patio, as a link between the pillars in the case of portal openings. The brackets are used in conjunction with the pillars, as a plan of shutter for lintels or arches; in some cases, between pillars and lintels, there is a double row of bracket that create a kind of capital.

Both lintels and brackets are made by palm wood, which, for it’s fibrous nature, allowing limited light (on average 2–2.5 m) and it is subject to strong flexion. Given the significant thickness of walls, brackets and lintels are often made of several elements

combined, of variable width and height between 5 cm (for the brackets) and the 10 cm (for the lintels).

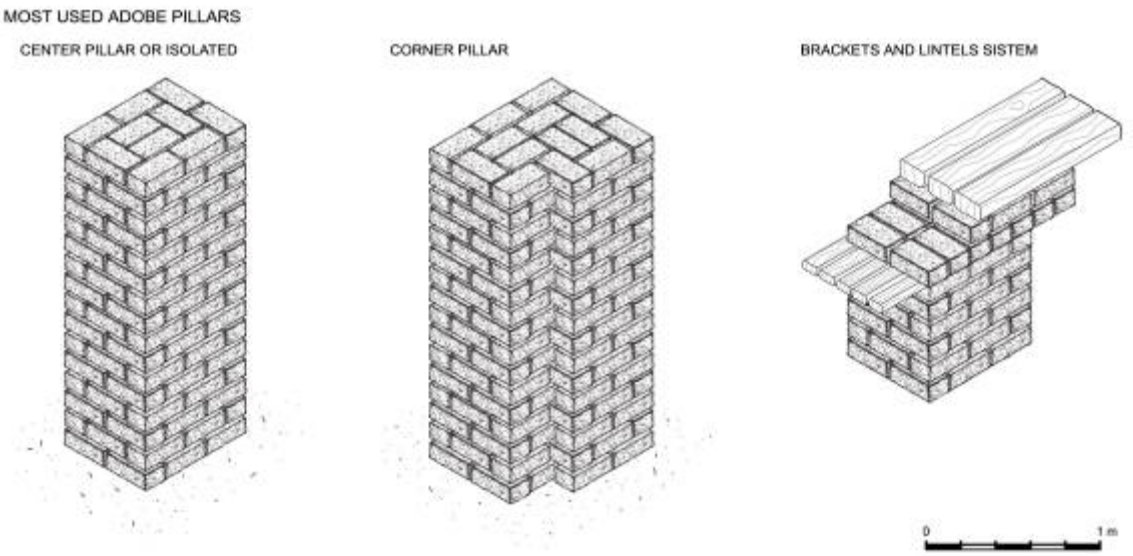


Fig. 4 - Pillars, brackets and lintels. (credits: Baglioni E., 2009)

3.7 The arch

The arches, *quis*, are part of the patio and of the entrance doors of the *ksur*, so it is evident as the arch is used in areas with symbolic and social significance. They are rarely used for doors and windows of houses, where, instead the rectangular shape is preferred. The arches are built on adobe and earth mortar and lean on pillars also in adobe, on the shutter there is (almost) always a wooden bracket. In the patio, as well as in the monumental entrance, the arches are placed inside a portal structure; in the case of the patio there is also a technical reason, because the slab is set on the wooden lintel.

In the case of *ksur* doors, that can be defined as small buildings with its own characteristics and where we also find pisè walls, the side-support of the arch and a portion of the masonry above it, which, as the patio, is richly decorated, is always realized with adobe.

In the investigated architectures (all from Berber ancestry), we find four different types of recurrent arches, result of hybridization and contamination with the Roman culture, or mainly, the Arab one: round arches, either semi-circular, either in a horseshoe (with lowered shutter) or (far more frequent) ogive arches (with two different centers, moved from the axis of vertical symmetry) sometimes with lowered shutter (horseshoe) or raised above the centers. Often, the arch is made with uncertain valuation, which results in irregular shapes, but in general, the "Arab" arches are always found in patios while the presence of the arch approaching to the full circle is detectable in the entrance of the ksur.

To realize the arch is first prepared a wooden platform at the level of the shutter. The form can then be shaped either by wooden elements as by an adobe lunette; the support must be removed no earlier than four days from the laying of the key bow. In the case of the ogive arch is missing the presence (and possibility) of a quoin key: hence there is always a discontinuity in the arch, settled with the laying of opposed bricks (in a design that has some overlapping V). The lack of a real key bow to generate a point of weakness in the arch. The maximum light that can be achieved with arches in adobe is inevitably low (the largest generally not exceed 3 meters).

Sometimes you look the insertion of wooden chains in order to control the pushing tension, but for the most part, the wooden elements present in the architecture of the patio are useful for supporting curtains, furniture, etc...

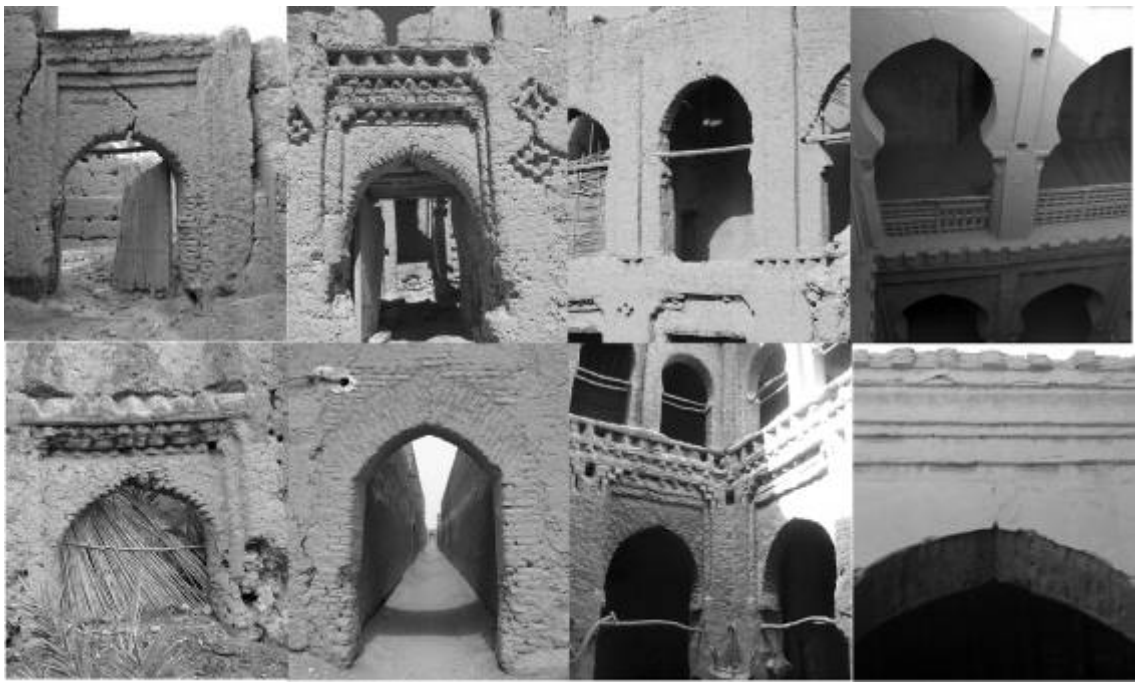


Fig. 5 – Arches in the Drâa Valley.
(credits: Baglioni E., 2009; Cerkas, 2005; Mecca S., 2005; Rovero L., 2005)

3.8 The floors

The floors are made of a wooden structure at least double. The secondary beams are always warped perpendicular to the patio perimeter, and are based, on the one hand, on the centre line of the inner wall, on the other, on the wooden lintel of the patio that plays the role of main warping. Sometimes in the wall are inserted wooden planks at the support beams. Both in the wall and on the lintel, is placed at least a course of adobe as a plan for laying the beams of the floor.

The distance between the main beams depend on the presence or absence of further warping. In the absence of the joists (third warping), the beams are very close, with a inner axis between 30 cm and 50 cm, otherwise the beams are distant about 2 m one from the other, and the joists have an inner axis between 15 cm and 20 cm.

Beams and joists are made of palm wood in different sizes, more rarely are made of tamarisk. The tamarisk has better bearing performances of the palm, but is less diffused and is, however, more difficult to obtain straight beams; when is used is very recognizable since the elements have circular cross section and an aspect of smooth wood, very different from the fiber and wrinkled palm. From the palm is possible to obtain, on average, beams of a length of 2-2.5 m, 4 m maximum; distance that necessarily affects the size of the rooms, or rather the distance between the walls and/or the pillars.

The trunk is cut into slices of triangular cross section used in their raw state or, more rarely, shaped into rectangular sections. For the main beams are used segments of the trunk cutting into 4 parts or rectangular sections of 30 cm x 20 cm, for secondary beams are used segments equal to 1/6 of the trunk or sections of 20 cm x 10 cm; for the joists, finally, slices of 1/8 of the trunk or sections of 5 cm x 5 cm. Before being laid, beams and joists are left to dry at the sun to lose moisture to the wood and thereby

reducing the flexion under load; to verify the structural performance, the wooden elements are tested to the weight of a person after the installation.

As above mentioned, the beams rest on the centre line of the masonry, whether in pisè or adobe. On the remaining half of the masonry and in the free space between one beam and the other, on the whole thickness an adobe masonry is made. In the first instance to the extrados of secondary beams or, if are, of the joists. This adobe brick, if resting on masonry pisè, constitues a sort of recognizable string-course in the absence of plaster.

Above the secondary beams or joists, when present, is placed a layer of canes, called *tataoui*, which has decorative purposes, distribution of loads on the wooden structure and limit the fall of dust. Above *tataoui* was traditionally placed a layer of palm leaves, dried in the sun, in order to further limit the fall of dust. Today, the palm leaves are replaced by a plastic sheet that can be easily found on the local market. The package of the slab is completed with two layers of pressed clay soil, both the thickness of about 5 cm. For the first layer using the dry earth, for the second earth in the wet state, both are appropriately pressed with a special dish mallet called *dassassa*.

3.9 The roof

The roof in traditional moroccan homes, but also in many other areas of the Mediterranean and not, have flat roofs because there aren't major need to depart, whit groundwater, the already scarce rainwater. The roof terraces are very experienced and used spaces, an integral part of living spaces, especially in the summer months when they are used for sleeping outdoors.

From a technological point of view, the floor covering, having to perform the function of protecting the entire building from the climatical agents, differs from the floor in the amount and quality of the earthen layers and, therefore, in thickness.

Above the wooden structure are yet the panels of *tataoui* made with canes and a layer of palm leaves or of the more recent plastic sheet.

The next package consists of three layers of clay soil, thickness of 5 cm each, with different feature and made with different batters. The layers should be well compacted using the appropriate dish pestle called *dassassa*.

The first layer is made with an earth similar that of pisè, so humid, but prepared with a finer earth, the second layer is dry and its function is to eventually absorb water infiltration when the layer above did not have a perfect seal. The last layer, in addition to serving as finishing must be impermeable from water, is therefore performed with a moist mixture of earth and lime or earth and straw. Lime is a natural stabilizer which makes the clay impermeable and, once dry, the dough stronger. If the straw is chosen as additive, the mixture should be left to mature for 15 days daily by adding water and stirring.

Coverage needs frequent maintenance because it is subject to degradation due to rain, wind and sandstorms. Maintenance is performed every 4 or 5 years, covering the existing layer with a new layer of earth and lime or earth and straw, and by doing so, even very large thickness of the last barrier layer can be reached gradually.

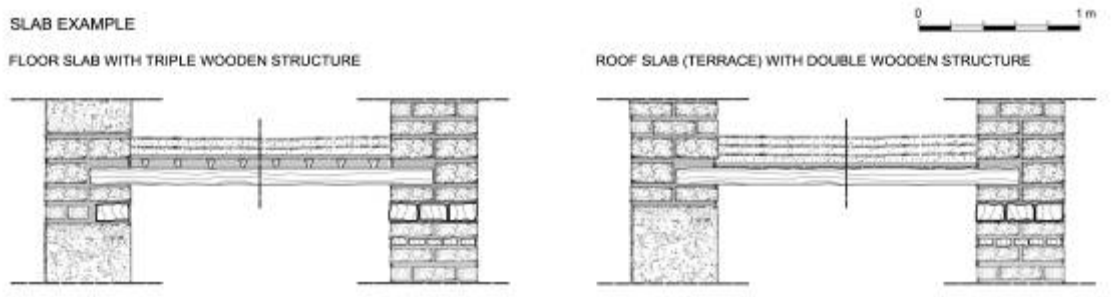


Fig. 6 - Slab and roof. (credits: Baglioni E., 2009)

Bibliography

AA.VV., ADEDRA (2004). *Trésors et merveilles de la Vallée du Drâa*. Zagora (Maroc): Marsam. Work supported by UNESCO within the framework of "The Sahara of cultures and peoples".

AA.VV. (2005) Act of the *Forum UNESCO - University and Heritage, University of Florence Branch Office, 1st International Research Seminar on Architetctural Heritage and Sustainable Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions, Result and strategies of research and cooperation*. Florence (Italy): Ets.
- Biondi B., Morfologia degli elementi costruttivi a Tamnougault, Marocco, pp. 157-169.
- Lucci G. e Dania S., La kasbah del Caid di Tamnougault, analisi tipologica e costruttiva, pp. 133-144.
- Marrani L., La kasbah della famiglia Ait El Molehtar nello ksar di Tamnougault: rappresentazione grafica e analisi degli elementi architettonici e strutturali di una costruzione in terra, pp. 107-118.
- Modica C., Tecnica, processi costruttivi e terminologie della muratura in pisè in un'esperienza di cantiere a Tamnougault, Valle del Drâa, Marocco, pp. 171-178.
- Sánchez N. R., La kasbah «Igmi Mkaran» (del Pozo) en el ksar de Tamnougault (Marruecos), pp. 119-131.

Ministère de la Culture, Maroc (CERKAS); Bureau d'Architecture et d'Urbanisme H. Hostettler, Berne; Institut de Photogrammétrie de l'EPF-Lausanne (2005). *Inventaire du pâtrimoine architectural de la Vallée du Drâa.*
Available at: http://photpc15.epfl.ch/draa/html2/index.php (Access: 15/3/09)

Curriculum

Eliana Baglioni, architecture graduation at the University of Florence, Italy. She participated in many initiatives related to earthen buildings and in general to bioarchitecture. Participation as coauthor of a paper at the Congress *Ripam 2*, Morocco (2008).

Saverio Mecca, full Professor of Building Production at the Department of Architectural Technologies & Desing – TAED, of Florence University, Italy. Since 2007 he is Director of the INN-LINK-S Research Center, oriented to investigate local and traditional knowledge systems in the field of architecture, agronomy and material cultures with an interdisciplinary scientific approach.

Luisa Rovero, architect and PhDoctor in "History and Science of building techniques". She is Assistant Professor of "Structural Mechanics" at the University of Florence. Her research activity is mainly focused on mechanical behaviour of masonry and earthen structures and consolidation techniques for historical buildings.

Ugo Tonietti, architect, is Associate professor of "structural Mechanics" at the University of Florence; his current research activity is mainly focused on consolidation techniques for

historical buildings. As architect he as studies and designed structural rehabilitation for historical heritage.

DETERMINACION DE FRAGUADO DE MORTEROS DE CAL MEDIANTE FENOLFTALEINA

Cecilia López Pérez y Crispín Celis
Pontificia Universidad Javeriana.
Facultad de Arquitectura y Diseño y Facultad de Ciencias , Crr. 7 No. 40-62, Edificio 18.
Bogotá- Colombia
Tel: (+571) 3208320, Ext: 2423, Fax (+571) 3208320, Ext:2421
E-mail:lopez.c@javeriana.edu.co y crispin.celis@javeriana.edu.co

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento
Palavras-clave*:* Morteros, transferencia tecnológica, pruebas químicas

Resumo
Tradicionalmente, los pañetes son recubrimientos del muro cuya función principal es la de protegerlo contra los efectos del clima u otros elementos externos que pueden ocasionar el deterioro.

Estos revestimientos han tenido una variada aplicación en nuestra arquitectura. Se han empleado tanto en interiores como exteriores, en mamposterías expuestas al aire seco como en construcciones cercanas a agua salada, en desarrollos de arquitectura prehispánica hasta arquitectura actual y en tipologías de vivienda hasta arquitectura militar, dando así una gran muestra de su utilidad y versatilidad.

En nuestro medio los morteros para cubrir construcciones en tierra son una mezcla de cal y tierra, a la cual se le añadían diferentes productos como jugos vegetales, gomas, miel, cera de abejas y fibras naturales. La pintura de recubrimiento era una mezcla de cal con pigmentos naturales o almagres (tierras de colores).

Esta diversidad de componentes sobre los que se desconoce su procedencia y dosificación trae como consecuencia una gran variedad de posibilidades de deterioro de los morteros en una edificación. Tradicionalmente, se clasifican en dos clases los deterioros de morteros: uno por causas intrínsecas y otro por causas extrínsecas. Los primeros por características propias de localización, características del terreno, defectos de construcción y composición del elemento de soporte de la construcción. En el segundo, se encuentran los factores físico-mecánicos, químicos y biológicos.

En el ámbito de la restauración, para los restauradores es un reto intervenir la edificación de manera económica, conservando su esencia a nivel espacial, de mínima intervención y daño posible a la edificación. Sin embargo, como se mencionó son diferentes variables las que pueden afectar o producir patologías en un mortero, por lo que se requieren técnicas que permitan descartar variables y emplear los recursos disponibles de una manera racional.

En el presente artículo se presenta la técnica de análisis de morteros mediante Fenolftaleína desarrollado con los estudiantes de tercer semestre de la Maestría en Patrimonio Cultural y Territorio en el año 2008, que permite determinar de una forma sencilla el estado de fraguado de un mortero.

1.INTRODUCCION

Tradicionalmente, los pañetes son recubrimientos del muro cuya función principal es la de protegerlo contra los efectos del clima u otros elementos externos que pueden ocasionar el deterioro.

Estos revestimientos han tenido una variada aplicación en nuestra arquitectura. Se han empleado tanto en interiores como exteriores, en mamposterías expuestas al aire seco como en construcciones cercanas a agua salada, en desarrollos de arquitectura

prehispánica hasta arquitectura actual y en tipologías de vivienda hasta arquitectura militar, dando así una gran muestra de su utilidad y versatilidad.

En nuestro medio los morteros para cubrir construcciones en tierra son una mezcla de cal y tierra, a la cual se le añadían diferentes productos como jugos vegetales, gomas, miel, cera de abejas y fibras naturales. La pintura de recubrimiento era una mezcla de cal con pigmentos naturales o almagres (tierras de colores).

Esta diversidad de componentes sobre los que se desconoce su procedencia y dosificación trae como consecuencia una gran variedad de posibilidades de deterioro de los morteros en una edificación. Tradicionalmente, se clasifican en dos clases los deterioros de morteros: uno por causas intrínsecas y otro por causas extrínsecas. Los primeros por características propias de localización, características del terreno, defectos de construcción y composición del elemento de soporte de la construcción. En el segundo, se encuentran los factores físico-mecánicos, químicos y biológicos.

En el ámbito de la restauración, para los restauradores es un reto intervenir la edificación de manera económica, conservando su esencia a nivel espacial, de mínima intervención y daño posible a la edificación. Sin embargo, como se mencionó son diferentes variables las que pueden afectar o producir patologías en un mortero, por lo que se requieren técnicas que permitan descartar variables y emplear los recursos disponibles de una manera racional.

En el presente artículo se presenta la técnica de análisis de morteros mediante Fenolftaleína desarrollado con los estudiantes de tercer semestre de la Maestría en Patrimonio Cultural y Territorio en el año 2008, que permite determinar de una forma sencilla el estado de fraguado de un mortero.

2. LOS MORTEROS

La palabra “mortero: se deriva de la expresión latina “Mortarius”, con que se designa el caldero que se uso para cocer la cal. El mortero es un material plástico para cerrar juntas, de asiento y verticales. Sirven igualmente, para alisar superficies de paredes y para proteger fachadas con poca resistencia a la intemperie. (Adam Pierre, Pag. 220)

Los morteros de cal en nuestro medio tienen diferentes denominaciones y usos dependiendo el uso y tipo de mezcla. De acuerdo al uso se denominan:

- Lechada o lechazo: Es la cal en un estado cremoso, casi líquido de cal y tierra ó cal pura, que se emplea como pega de cimientos.
- Pañetes: revestimiento de acabado final aplicado en paredes y techos
- Estucos: Son pañetes de cal y yeso que poseen como características ser especialmente brillantes y pulidos.

Por otra parte los morteros poseen diferentes mezclas que se clasifican en: (Garate, Ignacio. Pag 34)

- Morteros de cal: Mezcla de cal, arena y agua para el amasado. Sirve como mortero de albañilería, revoques y enlucidos con resistencia normal.
- Mortero de cal y fibra: Es un mortero de cal al que se le ha agregado fibras de origen animal como pelo de cabra, vaca, conejo, o vegetal como fique, filamentos de coco, heno o tamo de leguminosas. Se emplea donde existen posibilidades de grietas, entre los marcos de las ventanas, en los puntos de unión de chimeneas con revestimiento interior de la cubierta y tejado.

- Mortero de barro: Mezcla de tierra arcillosa y agua. Se endurece por desecación. La adicción de pelo animal, paja o estiércol, disminuye el peligro de agrietamiento por contracción. El mortero de barro se emplea en: Juntas, paredes de adobes, ladrillos o mampuestos de piedra esponjosa (pómez o toba) Para enlucir por ambas caras las cercas o vallas de mimbre entretejidos, como las empleadas en construcciones de bahareque. Para la construcción de hornos, hogares, calderas y para otros trabajos de albañilería se le adiciona miel o extractos de caña de azúcar.
- Mortero de yeso y cal: Mezcla de cal y arena a la que se añade la pasta de yeso previamente mezclada.

En nuestro medio las patologías más frecuentes son las fisuras, resquebramientos, erosiones, falta de adherencia y los desprendimientos generalmente producidos por humedad y deformaciones del soporte. (Corradine, Alberto, p. 25)

2.1Fraguado de un mortero

Se entiende por fraguado de un mortero el proceso de solidificación, endurecimiento y pérdida de plasticidad inicial por la desecación y cristalización de sus componentes. (Perez Carlos)

Como pruebas físicas, para determinar la consistencia de fraguado de un mortero se emplean diferentes métodos como: la aguja de Vicat (consistencia del mortero de acuerdo a la cantidad de agua); la aguja de Gilmore (Dispositivo de que mide la relación entre la penetración inicial y la final); y el método por temperatura (variación).Todos ellos exigen la construcción de probetas con proporciones y materiales iguales a los empleados en el pañete; lo cual para un restaurador implica sobre costos, ya que debe emplear técnicas de espectrometría que le permitan determinar la composición del material de recubrimiento, para reproducirlo y analizarlo.

A nivel químico, como método de análisis se emplea la Fenolftaleina. Con fines prácticos este método resulta de utilidad para determinar el fraguado en obras de restauración ya que el componente es de fácil transporte, manipulación y obtención a nivel comercial. Adicionalmente, para interpretar los resultados no se requiere la presencia de un profesional especializado.

2.3 Pruebas con fenolftaleína para morteros de cal

La fenolftaleína es un compuesto químico que se obtiene por reacción del fenol (C_6H_5OH) y el anhídrido ftálico ($C_8H_4O_3$), en presencia de ácido sulfúrico. (Enciclopedia Encarta)

Es un sólido blanco o blanco amarillento e inodoro; sus cristales son incoloros y es soluble en agua. No es soluble en agua, con lo que normalmente se disuelve en alcohol para su uso en experimentos.

En química se utiliza en análisis de laboratorio, investigación y química fina. En investigaciones forenses, sirve para detectar manchas de sangre. Como medicamento es ingrediente activo de los laxantes tipo de caramelo.

La fenoftaleina es un indicador de pH, es decir, indica que pH contiene la solución mediante diferentes colores. La fenoftaleina presenta los siguientes colores en los siguientes intervalos de pH

- pH entre 0 y 8,0 = Incolora

- pH entre 8,0 y 9,8 = Rosada
- pH entre 9,8 y 14 = Magenta

En ingeniería permite determinar el nivel de carbonatación del concreto por efecto del medio ambiente. En los morteros de cal que no se encuentran fraguados, su color cambia de incoloro a magenta. Esta característica es útil porque permite determinar si un mortero, aunque lleve varios años de aplicado, se encuentra en las condiciones de fraguado óptimas que le permite ser un soporte y protección adecuada de un muro.

2.4 Pruebas de morteros de cal en laboratorio

Para el estudio de fraguado de los morteros con fenolftaleína, el análisis se desarrollo en tres etapas. En la primera, se corroboró las características de los materiales. En la segunda, se construyeron probetas de morteros con diferentes mezclas y formas de secado con el objeto de establecer la efectividad del método en varias mezclas. Y en la tercera se aplicó la Fenolftaleina para obtener el nivel de PH que permite establecer el fraguado del mortero.

Construcción de probetas

Fase I: Análisis de materiales

Prueba A

Presencia de carbonatos en la arena

Antes de la construcción de las probetas se le realizó a la arena una prueba para descartar la presencia de carbonatos, sulfatos y cloruros que pudiera afectar la mezcla de morteros de tierra. Para ello se sometió a la arena a tres pruebas dos con ácido clorhídrico (HCl) y uno en una mezcla de ácido nítrico y nitrato de plata.

Para realizar esta prueba se puso arena en un filtro de papel y se colocó el filtro dentro de un embudo, luego se procedió a lavar la arena con agua destilada. Luego se dividió el agua resultante en tres tubos de ensayo, a cada uno de los tubos se le agrego los elementos químicos mencionados. Las muestras, no presentaron burbujas ni cambio de color.(Ver figura 1 y cuadro 1)

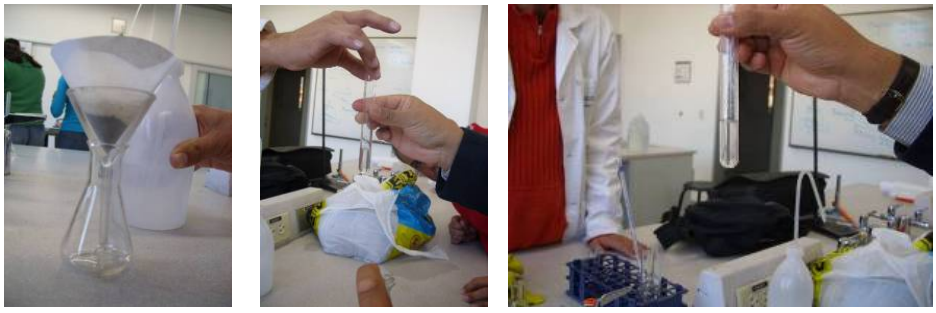


Fig. 1. Prueba de comprobación de carbonatos en la arena.
Fuente: Alumnos MPT y C

Cuadro No. 1 . Resultado del análisis de arena.

MUESTRA	Reacción HCl
Tubo 1	No hay
Tubo 2	No hay

Tubo 3	No hay

De acuerdo a los resultados obtenidos se establece que la arena es apta para la realización de las probetas porque no hay presencia de carbonatos. La aparición de carbonatos en la arena para construcción en tierra no es conveniente porque causa el desmoronamiento y cambio de color de la estructura.

Prueba B
Determinación de presencia de Sulfatos en la arena
Para establecer la presencia de Sulfatos en la arena de cantera se empleo ácido Clorhidrico (HCl) y Cloruro de Bario ($BaCL_2$). Presentando el siguiente resultado:

Cuadro No. 2 . Presencia de sulfatos

MUESTRA	REACCION HCl + $BaCl_2$
Tubo 1	No hay cambio de coloración

Después de realizar el procedimiento y observar que el agua no se tornó de color blanco, se estableció que la arena es apropiada para la mezcla con tierra debido a su carencia de sulfatos.

Prueba C
Presencia de Cloruros en la tierra
Para determinar la presencia de cloruros en la tierra se emplea ácido nítrico (HNO_3) y nitrato de Plata ($AgNO_3$). Para lo cual se emplea la pipeta de prueba No. 1 a la que se le había aplicado el ácido nítrico (HNO_3). A ésta se le adiciona el nitrato de Plata ($AgNO_3$), obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro No. 3 . Presencia de Cloruros

MUESTRA	REACCION HCl +HN03+AqNO3
Tubo 2	Coloración Turbia
Tubo 3	Coloración Turbia



Fig.2 Análisis de Cloruros

Después de agitar la pipeta, la muestra se pone turbia, lo que indica presencia de cloruros. Esta condición determina que la tierra debe sufrir un proceso de lavado antes de su uso ya que los cloruros presentan una alta propiedad de migración por su

capacidad de solubilidad en agua ocasionando alteraciones en el comportamiento de los morteros.

Prueba D
Comprobación de buen funcionamiento del reactivo
Para la comprobación del reactivo se realizan dos pruebas colocando en un recipiente arena y en otro cal. A ambos recipientes se les añade acido clorhídrico obteniendo la siguiente reacción:

Cuadro No. 4. Corroboración de reacción

MUESTRA	REACCION HCl
ARENA	No hay
CAL	Presencia burbujas

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el reactivo reacciona bien ante la presencia de carbonatos porque produce burbujas durante la prueba, lo que indica que apto para la realización de la prueba.

Fase II
Construcción de probetas de morteros

Para el análisis de fraguado se elaboraron probetas de morteros con las mezclas indicadas en el cuadro 5 y en diferentes condiciones de secado.

Cuadro No. 5 TIPO DE MEZCLAS

Material / Mezcla	Arena	Cal apagada	Yeso	Fibra
1	4	1		
2	3		4	1/2
3	4	1 1/2		
4			4	1/4
5	1		2	

Para la construcción de las probetas se emplearon vasos de polipropileno expandido de 6 onzas (177 cm^3) , dentro de ellos se vertieron las diferentes mezclas, realizando tres probetas por cada muestra. Las muestras se colocan en una base que tiene papel filtro que ayuda a absorber la humedad sobrante. En total se realizaron 15 probetas.



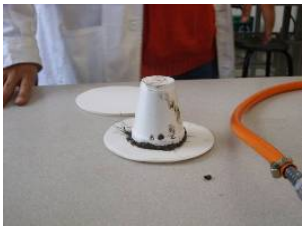




Fig. 3 Preparación de las mezclas

Condiciones de fraguado de las probetas de morteros

Las probetas se dejaron en tres condiciones de fraguado:

1. Condiciones ambientales de Bogotá (Temperatura media anual: 14 °C y humedad relativa media anual: 72 °C) (Universidad Francisco José de Caldas)



2. Condiciones de humedad: 85% y 100%





3. Condiciones artificiales de calor: 100 °C y 800 °C



Bajo estas condiciones se dejaron las muestras durante 30 días.

Pruebas de medición relativa y orgánica

En forma simultánea a las anteriores pruebas se realizó la prueba de humedad relativa y orgánica de la tierra y la arena, que busca determinar la humedad contenida en el material y determinar qué cantidad de materia orgánica tiene el material

Para realizar esta prueba se lleva la tierra al horno a dos temperaturas de 100 ºC y 800 ºC en él se dejaron las muestras por 48 horas. Se tomo el peso del crisol y el peso inicial

Los resultados obtenidos para la tierra a una temperatura de 100 ºC son:

Cuadro No. 6

Material	Peso crisol	Crisol + Tierra	Peso inicial(gr)	Peso Final (gr)	Humedad relativa %
Tierra	39,0311	43,3773	4,3462	4,1498	4,51

Los datos arrojados para la arena son:

Cuadro No. 7

Material	Peso crisol	Crisol + arena	Peso inicial(gr)	Peso final(gr)	Humedad relativa (%)
Arena	31,5369	36,2271	4,6902	4,5429	3,14

Los resultados arrojados para la tierra sometida a una temperatura de 800 ºC son

Cuadro No. 8

Material	Peso crisol	Crisol + tierra	Peso inicial(gr)	Peso Final (gr)	Contenido Materia Orgánica
Tierra	19,2063	21,5038	2,2975	2,1724	5,31

Los datos arrojados para la arena son:

Cuadro No. 9

Material	Peso crisol	Crisol + arena	Peso inicial(gr)	Peso final(gr)	Contenido Materia orgánica
Arena	16,0443	18,1925	2,1482	2,0645	3,8125





Fig. 4 Peso de la tierra y el crisol

Fase III. PRUEBAS CON FENOLFTALEINA

Para el desarrollo de esta fase se tomaron las probetas ya fraguadas y se realizó un corte transversal en la parte superior del mortero y mediante Fenolftaleína disuelta al 1% en alcohol se busca la presencia de Cloruros. Sobre la cara seccionada se aplica Fenolftaleina con los siguientes resultados:

Cuadro No. 10. Comportamiento de las muestras (1)

TIPO DE MUESTRA	CONDICIONES			
	AMBIENTALES EXTERIORES	HUMEDAD		
		100%	70%	AMBIENTALES E INTERIORES
15	Superficie: Blanca	Superficie: Fucsia	Superficie: Blanca	Superficie: Fucsia
	Centro: Fucsia	Centro: Fucsia	Centro: Fucsia	Centro: Fucsia



Fig. 5. Análisis con Fenolftaleina

Análisis de morteros antiguos

Con esta misma metodología se pueden analizar morteros en el ámbito de las construcciones patrimoniales. Para ello se extraen muestras en los bienes de interés cultural empleando la Fase III. Este método permitirá de forma ágil determinar en obra si el mortero posee el fraguado para cumplir con el oficio de servir de protección a la edificación.

Conclusiones

Como resultado de estos desarrollos se pudo determinar qué:

- La fenolftaleína resulta de utilidad para determinar en obra el nivel de fraguado de un mortero de cal.
- No es recomendable elaborar morteros muy gruesos dado que su proceso de fraguado es más lento y no se logra la consistencia adecuada para proteger el elemento de soporte
- En condiciones ambientales internas el mortero de cal no llega a obtener el mismo nivel de fraguado que las expuestas a ambientes externos.
- Las muestras que se dejaron en condiciones de humedad alta no fraguaron, concluyendo que en ambientes muy húmedos los morteros de cal no fraguan. Se recomienda entonces, el empleo de estos morteros en ambientes secos y calientes.

BIBLIOGRAFIA

- Adam, Jean – Pierre. La construcción romana materiales y técnicas. Ed. Centro de los oficios, León, España, 1996
- Corradine Angulo, Alberto. Introducción a la patología de edificios. Ed. Icomos de Colombia, 1998
- Enciclopedia Encarta. Tomado de http://es.encarta.msn.com/ Consultado en Junio de 2009
- Gárate Rojas, Ignacio. Artes de la cal, Ed. Munilla-Leira,Madrid-España, 2002
- Perez Calvo, Carlos. Diccionario ilustrado de arquitectura. Ed. Plazas Jorge, 1979. Bogotá, Colombia y Diccionario de arquitectura y construcción en http://www.parro.com/.Consultado Junio 2009
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Historia, símbolos, características y sitios de interés. Tomado de http://www.udistrital.edu.co. Consultado Junio de 2009

Curriculum

Cecilia Lopez Perez, Arquitecta con magister en Restauración de Monumentos arquitectónicos. Docente de pregrado del Departamento de Arquitectura y posgrado en la Maestría en Patrimonio Cultural y territorio. Directora de tesis de Maestría e investigadora principal del grupo GRIME- Grupo de investigación y materiales- de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

Crispin Celis, Químico con Magíster de la Universidad Industrial de Santander-Colombia. Especialista en el análisis de deterioro ambiental de bienes inmuebles del Centro Nacional de Restauración y Museología de la Habana, Cuba. Actualmente cursa estudios de doctorado en la Facultad de Tecnología y Química Ambiental del Instituto de Química de Praga, República Checa. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá.

TESTS ON THE ARCHITECTURE OF ADOBE IN CALABRIA

Ettore Pelaia
University of the studies in Florence. Faculty of Architecture
Viale F. Redi, 61/E 50144 Firenze
Cell (+39) 347 5070178
Mail ettorepelaia@hotmail.com

Theme 3: Techniques, construction and research and development.
Key words: Scale 1:8 models, uniaxial compression tests, restoration with traditional techniques.

Abstract
This work on the constructive techniques for the buildings constructed in raw earth in the city of Lamezia Terme (CZ), has been completed with an experimental part, focused on the study of the mineralogical composition and the characterization (specific weight, granulometry, plasticity) of 8 bricks of earth withdrawn in different buildings of the centre part of the city. Two samples have been extracted from each brick and they have been subjected to a uniaxial test of compression. The result pointed out an heterogeneity of the behavior of the single sample, and low values of compression resistance. After these first experiments the samples have been kneaded to homogenize the preparation in comparison to the percentage of water of the mixture, to the compaction of the samples and the ageing. The results from this second cycle have shown a better resistance at the compression force, but still below average, and a good ductility already present in the preceding samples.
Subsequently have been created two scale 1:8 models of an existing wall with the double purpose:
- to appraise the compression behavior of the masonry;
- to use traditional techniques and materials for the conservation of the mansory

The masonry has been submitted to two cycles of load,the first one with concentrated loads: to simulate the load of the attic that unloads through the girders on the brickwork; the second with a distributed load: to simulate the load of the upper masonry. Both cycles have produced lesions and limited collapses of small areas of the models. The intervention for the reparation was made through a particular technique (called "*cuci-scuci*") that is based on unplug old deteriored bricks and insert some new in the most damaged parts,There was planned another intervention on the lesions consisted of injections of earth, aerial lime and water, elements that are already present in the traditional wall. The models after the reparation have been submitted to another distributed load bringing the brickwork to the collapse. From this test has emerged that the interventions of restoration with proper elements of the masonry, has had a positive result, the compression resistance after the restoration is improved around 1/3 in comparison to the initial resistance of the masonry. We can conclude that the masonries as the single bricks previously tested, despite a low compression resistance, and have a good ductile behavior.

1. INTRODUCTION

Many factors come into play when it comes to buildings made of adobe, this is enhanced by the unknowns if we study historical buildings of which no trace remains of the practices implemented. The tests conducted in the laboratory were aimed at understanding the chemical and physical characteristic of different types of soil. The samples analyzed have produced different particle size distribution curves, the chemical composition of the clays present were so varied, that it brought the soil to behave in one way rather than another.
The number and complexity of these factors is so high to encourage research applied to the buildings to consider not only the classification of the earth according to their chemical and microstructural characteristics, but also according to the behaviour and data that more easily influence the performance of the entire artifact.

In the present work shows the results of an experiment carried out on scale models of walls in blocks of earth and listature clay,, that reproduced the actual recordings of the historical buildings in the centre of Lamezia Terme (CZ), where there is an interesting

heritage building, with tall buildings even 5 or 6 floors, built completely or for individual portions in the ground.

For the making of the models, were used blocks packed with soil previously analyzed and elements obtained by cutting baked bricks normally available on the market.

Both the panels were tested with a double load condition:

- Distributed across 4 segments equidistant from the higher edge, in order to simulate the actions transmitted from the rafters.
- Distributed across the surface of the higher edge of the panel, in order to simulate higher floors.

For the registration of the deformations were used displacement transducers placed on the test plan, and strain gauges placed in the longitudinal and transverse, on the lateral sides of the panel.
To achieve the restoration of continuity of the walls the procedure was replace the damaged blocks with elements of the same type, placed in the work with a mortar identical to that already used, made of earth, lime and water. The portions(which were eventually plastered with lime mortar, earth and air) subjected to interventions of consolidation were again subjected to compression testing.

The mechanical tests performed on the panels in scale had another good motivation: to record the behaviour and verify the applicabilityin the walls of earth, of the consolidation technique known as "*cuci-scuci*" (see abstract). This technique requires that in cases of damaged or deteriorated masonry in small areas, is to restore continuity of the wall by incorporating elements of the same type, put in place in the same way as those removed. It may be noted that the intervention of structural restoration carried out by the technique of "*cuci-scuci*" resulted in a reacquisition of the original bearing capacity of the panel. Even the post-peak behaviour showed a good reserve of ductility.

2. TESTS OF THE MATERIAL OF THE EARTH

In Calabria the installations were distributed, above all, on the terrace type of sediments that were welded to massive crystalline schist, often results in characteristic alignment of the towns that follow one after the other, a short distance from each other. This phenomenon is repeated for the whole region with morphology, constituted precisely by terracing.
The soil used to produce bricks of raw earth is indeed clay, in as much as it lends itself largely to be worked plastically. If the presence of clay in the soil is excessive it is verified by the cracks during the drying, to overcome this phenomenon, one can add straw, sand or other inert of large dimensions to better the cohesion of the mixture. The earth is a mixture of clay minerals and other minerals usually largely distinguishable; they can be distinguished on the basis of diameter of the granules:
Clay: diameter < 2 micron;
Slime: from 20 micron to 2 mm;
Gravel: > 2 mm.

2.1 Tests of the characterisation of the specimens

The tests performed in the laboratory were aimed to characterise, physically and mechanically the material and be able to identify and classify.
The tests of classification performed taking into account the rules CNR-UNI, allowed them to recognize the quality of the soil identifying the nature of the physico-mechanical characteristics.
The soil samples analysed were 8 in total, of which 7 were bricks taken *in situ*, and a sample of soil taken from the city of Lamezia Terme. The first test which was submitted from all the samples is about the mineralogical composition.

Subsequently, the samples were classified according to the analysed size for screening (Norma CNR-UNI A. V N.23), which subdivides the soils into classes or groups, identifying the dimensions of the single grains, from which derived it's rheological behaviour. This type of analysis can be conducted in a dry or in a humid way: given that the soils being tested presented a negligible percentage of silty clay, the test was conducted in a humid way.
Of all the samples, given the high percentage of material passing through a sieve n.200 (75 micron), it was decided to continue the study of the grading curve with the test of the hydrometer. Of these same samples even the specific gravity was determined.
For further identification of the soil they determined the limits of consistency (or of Atterberg) to verify the liquid limit, plastic limit, index plastic and withdrawal limit.

Particle size analysis conducted on samples from the same physical characteristics show a rather homogeneous earth. This analysis is highly significant in regards to the single rocks, because it can be determined from the dimensional point of view of the lithic particles that make up the ground (in micron for those that are smaller, in millimetres for those that are bigger) and through the diagram of Winkler the subdivision is indicated, understanding the best use of the material as a function of particle size distribution. According to the convention of the A.G.I (Italian Geological Association), all the soils examined were classified into gradings of sandy soil-gravelly weak clay. The clays resulted in organic, low plasticity.

2.1.1 Considerations

Particularly important is the knowledge of the plasticity index, that allows the stability of the behaviour of the soil to the atmospheric actions and to define the critical value that allows the stability suitable of the given soil to the production of raw bricks.
In all cases, index plasticity varied from IP 9.7% to 15.6% and between 35% and 43% of WL was included. After having determined the limits of consistency, these analysis were integrated with the mineralogical analysis. However, to fully appreciate the existing construction technique in Calabria, it is necessary not to limit these analysis to samples of material prevailed directly from the existing constructions, in which, the materials put in the work hide part of the oral knowledge, not only for the construction technique, but also for the manufacturing of the bricks. The bricks used were always the result of an elaborate "recipe" of the *mastro* who knew the exact consistency required for the material, the percentage and the typological substances to be amalgamated for the requirements. For this reason the analysis it's also about the soil's natural, not worked, to identify the quality of the calabrian earth in the better way.

The mineralogical analysis highlights the homogeneity percentage of minerals of quartz, feldspars, and if one excludes the value of 34% of only one sample, all the others have the percentage of clay minerals in excess of 50%, two samples reaching a threshold of 70%.
To make the investigation more reliable and precise, whereas the high percentage of clay minerals,, phyllosilicates were examined: the kaolinite results in a smaller quantity of water withdrawal of hydration, thus promoting dryness (value between 20% and 35%). The chlorite, for its fine particle size and composition of the crystal lattice, has a greater percentage of water hydration, and therefore a greater withdrawal in the case of drying (value absent in two samples, present in quantities of 10% in all samples except one, equal to 5%). The illite, instead, presents an intermediate behaviour (values ranging between 55% and 70%).

2.2 Mechanical Tests



Fig.1 – Sample after uniaxial compression test.

After conducting preliminary analysis on different samples, the focus is shifted to the mechanical characteristics of the bricks taken in the town of Lamezia Terme, through uniaxial compression tests on six groups of two cubic specimens obtained by cutting a part of the original brick.
This allows to determine various mechanical characteristics of the earth. These analysis are monotonous of destructive typeand consist to take on the samples increasing loads over time until exceeding the tensile strength, allowing to determine the maximum compressive strength, stiffness and ductility of the material.
From each brick were taken two samples; the dimensions of each specimen was different. Given the excessive friability and the presence of inerts of sizeable dimensions within the bricks, it has been preferred to focus on the parallelism of the faces rather than a perfect cube shape of the sample. From the compression tests it was revealed that there was a different resistence of the samples although from the same brick, therefore, the pieces of brick leftover were again mixed with a percentage of water equal to 15% and compacted by hand inside wooden cubic forms of 4.5 cm per side. For each brick were made 3 samples, which were left to mature for 30 days and subsequently tested for uniaxial compression; the average resistance of the samples performed better than the average resistance of the samples obtained from the original bricks.

2.2.1 Considerations of the test results

PROVINO dimensioni	area (cmq)	h (cm)	Vm (µ)	Vl' (µ)	Fm (kg)	σr (kg/cmq)	ET (kg/cmq)	Vu (µ)	µc	µcd
ST1c 4,8x5x5	24	5	637,25	429,25	281	11,71	1.148,23	4236	1,48	6,65
ST1d 4,6x4,8x5	22,18	5	1328	951,5	261	11,77	828,25	4291,7	1,40	3,23
ST1e 4,8x5x4,85	24	4,85	1039,25	295,5	241	10,04	1.896,38	3424,5	3,52	3,30
ST2c 5,02x4,95x5,09	24,85	5,09	455,75	262,25	206	8,29	2.008,21	5328	1,74	11,69
ST2d 5,08x4,9x5,07	24,89	5,07	1247,25	738,5	392	15,75	985,29	5684,5	1,69	4,56
ST2e 5,08x5x5,12	25,40	5,12	767,25	418	301	11,85	1.482,17	2853	1,84	3,72
ST3c 5,13x4,77x5,12	24,47	5,12	329,75	76,5	95	3,88	1.004,33	2060	4,31	6,25
ST3d 4,95x5,16x5,04	25,54	5,04	1281,5	235	80	3,13	717,53	1813,5	5,45	1,42
ST3e 5,17x4,59x5	23,73	5	706,75	134	65	2,74	814,30	2331	5,27	3,30
ST4c 4,8x5x4,6	24	4,6	968,75	418	392	16,33	1.610,00	2775,5	2,32	2,87
ST4d 4,56x4,82x4,4	21,98	4,4	522,5	250,25	337	15,33	2.814,54	4027,8	2,09	7,71
ST4e 4,96x4,82x4,6	23,91	4,6	425	274,75	256	10,71	1.554,58	3526	1,55	8,30
ST5c 4,8x4,7x5	22,56	5	1243	264,25	558	24,73	3.859,99	2782,3	4,70	2,24
ST5d 4,68x4,63x5,05	21,67	5,05	1359,25	546,25	543	25,06	1.926,10	3668,3	2,49	2,70
ST5e 4,71x4,66x5,02	21,95	5,02	547	426,25	513	23,37	2.221,06	2251,3	1,28	4,12
ST7c 4,8x4,7x5	23,62	5,11	651,25	236,5	145	6,14	958,87	2520	2,75	3,87
ST7d 4,86x4,76x5,02	23,13	5,02	830	375	155	6,70	863,07	34855	2,21	41,99
ST7e 4,79x4,87x4,98	23,33	4,98	1098	381	196	8,40	1.212,98	3111,3	2,88	2,83
ST8c 4,91x5,09x5,13	24,99	5,13	940,25	209,25	326	13,04	2.219,10	2889	4,49	3,07
ST8d 4,89x5,2x5,18	25,43	5,18	1511	436,25	417	16,40	1.665,57	3518	3,46	2,33
ST8e 4,89x5,19x5,21	25,38	5,21	1283,25	294,5	432	17,02	3.072,32	3270	4,36	2,55
St4a 4,68x4,74x4,97	22,18	4,97	1001,25	279,75	422	19,02	2.987,25	3695,5	3,58	3,69
St4b 4,88x4,84x4,93	23,62	4,93	1295,25	229,5	412	17,44	2.995,21	3098	5,64	2,39
St4c 4,84x4,78x4,84	23,14	4,84	1215,75	901,25	457	19,75	1.081,00	3448	1,35	2,84

Fig.2 – Brochure table of values for each samples.

.

Analysing the graphs, and observing the table of values obtained from the individual samples it is impossible to draw some meaningful information. The results showed high differences in the reaction of the individual samples, either about the movement of the graph and the values obtained. This could depend on the working processes and from the unexpected factors that occurred during sample preparation. Faced with an overall shortage of resistance to compression it was found a high ductility of the samples analysed.

From a preliminary analysis there is a greater homogeneity in the results of individual class of samples, although the behaviour of the chart is different for each individual sample. The average resistance of the samples that were remix is about double that obtained when the bricks were originally cut, this may depend on several factors linked to age and the implementation of the use of the bricks, the state of conservation, but also from the cut caused by the preparation of the test samples. Another determining factor is the handmade compacting in wooden forms, and a rough selection of earth to be used for the mixture, as the formwork had cubic shape of about 5 cm sides. Even in this second case, against a low resistance to compression, however, it is reported high ductility of the samples analysed.

2.3 Conclusion

For the current legislation in Italy, as long as the raw earth is a suitable material to build, it is necessary that its characteristic resistance to compression is greater than or equal to 30 kg/cm^2. To ensure in any case such level of performance it is necessary that the production process be controlled to provide a product of equal and constant composition; to this must be added only when the influence that each component of the mixture and its precise doses impact on the mechanical characteristics of the finished product. The determination of the influence that various factors have on the mechanical properties, can be assessed only by experience. Although, from these initial results it's possible to see the requirements to improve technical quality of the material which has intrinsic good strength and ductility characteristics which are fundamental for buildings constructed or to be erected in seismic zones.

3. MODELS OF EARTH



Fig.3 – 1:8 scale model.

The decision to construct two models have been applied first to test the influence of the behavior of the masonry on the strength of the structure, and secondly to verify the validity of consolidation techniques above described and already widely used for interventions of the ordinary masonry.

To realize the wall hangings, an investigation was done directly on the spot, based on the information gathered by local craftsmen, were used mud-bricks specially made to scale 1:8 closely matches the traditional building techniques.
The two models represent an existing wall in the isolated subject of the study: it is located on the fourth floor above ground, and it is characterized by walls thickness due to the positioning of the bricks, placed the horizontally, and the presence of irregular stripes of baked brick.
The second model differs from the first only for the actions put in brick work at regular intervals every three rows of mud brick. This choice has resulted in taking a cue from legislation dating back to 1908 (art. 8, paragraph b).

3.1 Methods of realizing.
The baked bricks were specially made to scale closely matches the traditional techniques. The earth did not have any special treatment, it is only to dispose the aggregates larger than 5-6 mm.
The soil was mixed with 15% water, left for 24 hours and then formed into formwork of 17x17x34 mm.
The bricks were prepared in June and the maturation lasted for a month, and were prepared by cutting a common brick in the size of 5x15, 6x31, 2 mm.
The mortar for the brick wall was carried out, according to the mineralogical analysis conducted by the CNR, supported by indications of local workers. According to testimonies, the mortar was composed from 1 part lime and 3 of sand, the latter coming from the quarries or sandy soils, was not sieved, so there can be found different size of the stones in the mortar.
The rows of bricks were alternated to avoid alignment of the mortar joints. It was taken special care to achieve the Jack arch above the opening, which from a study done on the spot, seeing the photos afterwards, and also assessing the state of degradation, it was decided to put a plank of wood on the opening setting and above that was made a rib lose with adobe specially shaped and broken beked bricks; after about 24 hours was built a Jack arch by alternating brick raw and cooked, while the key is made of beked bricks.
After the completion of the models, we are left to mature about 60 days, after that it was applied a layer of plaster made from a ratio of 3:6, , of lime and earth n.40 sifted through a sieve (425 microns).

3.2 Running the Test
To detect the deformation, there were applied electrical resistance strain gauges on the both sides of the models. To measure the overall lowering of the upper part of the models there were used 4 displacement transducers placed on the loading plate.
During the test it was possible to follow the deformation process, and the trend of the graph "load-displacement".
After the test, uniaxial compression, it was desired to test the applicability, even in the buildings of adobe, of the traditional methods of consolidation already spread to the walls in brick. After submitting the specimen to axial concentrated on regular wheelbase 12 cm load transmitted from the rafters that rest on the attic wall - and distributed loads, there have been repaired the injuries, inflicted by the evidence, by injecting a binding mixture at low pressure to restore continuity in the system of the walls.
The technique of consolidation with the injection usually takes place in the presence of stone walls, bricks wall or mixed. It also applies for resolving the problems of loss of membership and mutual cooperation among the constructive parts with the consequent reduction of mechanical strength of the collection. The use is suitable in irregular equipment and uneven walls, and in the presence of the visible lesions. whenever it was possible, when the bricks were too damaged, it was also used the "*cuci-scuci*" method above described.



Fig.4 – Illustrated intervention.

The second model was positioned under the press with the same procedures used before. To compare two models, there were same types and models of proof for both panels. The uniaxial compression test conducted on both models after the repair has taken place with distributed load over the entire upper surface (area of 270 cm2).
After reaching the maximum load (1116 kg for the first model, 1343 kg for the second), it was decided to leave it to avoid the deformation for the next 24 hours.
Injuries have manifested themselves in new sections of the wall and the load dropped by about 500 kg. there were further loading to bring the models to collapse, for the first model was discontinued the trial to achieve a slump since the transducers were out of the race.
For the second model, however, the part which was collapsed of the embankment, was the left part of the door, and then the left side divides in two architrave which remained in place thank to the wooden table. The right side of the model did not have any particular damage.

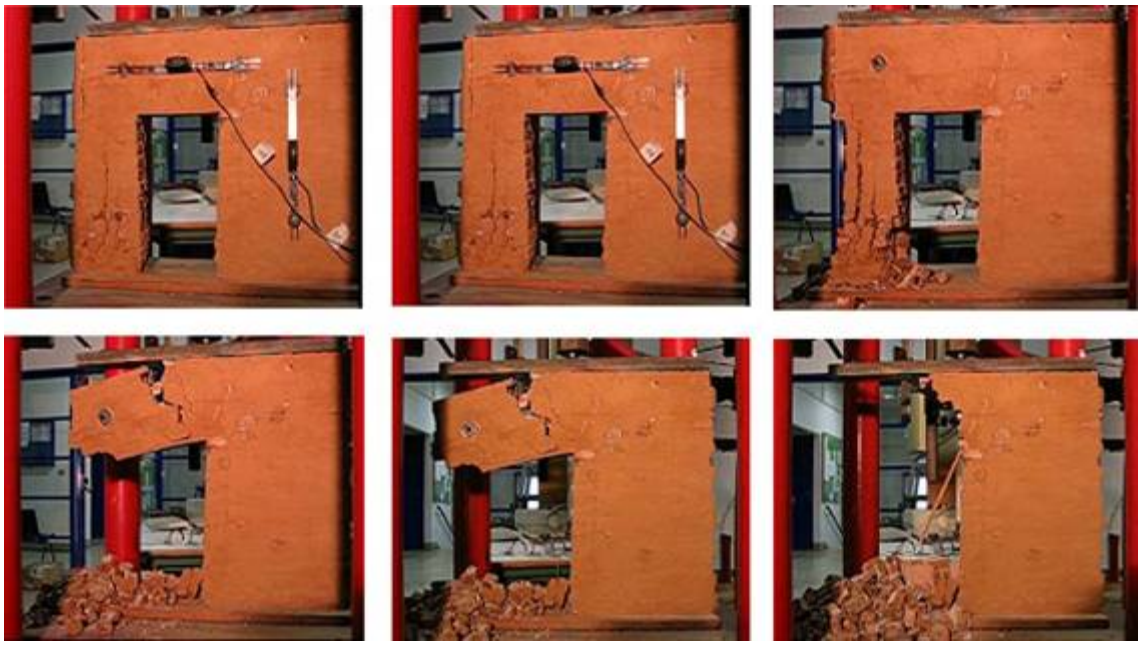


Fig.5 – Model crash.

4. TECHNICAL CONSIDERATIONS ON THE EARTH STRUCTURES

The ground material has insulating capacity and thermal inertia compared to the specific weight, excellent hygroscopic capacity of abandoning or taking water steam adjusting microclimate housing, keeping the humidity to have a suitable level of living.
The earth is a porous material and so it is breathable and it defines a notable ventilation through the pores and a subsequent purification of the air. Furthermore, the

clay is sound proof, in fact you can get a soundproof equal to 48 dB with a wall of adobe of 15 cm thick (it would be half the thickness if the same wall was made of baked bricks).
The surfaces of a building allow only a certain amount of heat, humidity, sound, light and air, and only materials that have the same characteristics of a membrane are able to provide a comfortable environment.
The historic house not only arouses interest in formal element of the landscape, but has value like an expression of ecological solutions, economic situations, popular traditions of labor relations. The house is the element of an economic and a social structure within which to be studied.
The earth, the building materials are also recyclable during the preparation of the bricks, they do not produce harmful substances, and after the sale of a building, all the material earth can be used for a new cycle production, or re-introduced into the environment without generating environmental shocks.

The material requirements of the earth can be renewed or to be processed with cutting down transportation costs. Compared with a baked brick, brick made of raw earth enables energy savings of 90% why not subjected to baking, resulting in further reduction of production costs.

5. CONCLUSIONS

Values results from different load tests were lower than those obtained from similar tests conducted on other models on the earth.
We had to consider that the uniaxial compression tests conducted on different samples made by the bricks taken in site, gave low results, lower than the average. Furthermore, regarding to the first model, we detect a certain geometric imperfections under construction that certainly has influenced the final result.
The geometric imperfections of the model N.1, don’t permited to evaluate very well the effect of cooked, but in terms of ductility you can say that the models tested exhibited good behavior post-peak, showing a good reserve of strength even after you download the test machine.
Another remarkable result was achieved in the second part of the test, thanks to the choice of the intervention of consolidation.
Consolidating the model with ground lime and water, and where possible, replacing the brick with other brick earth was a choice due to three fundamental factors:
- Compatibility / Sustainability;
- Validity;
- Economy.
The simulated repair in the laboratory, the well managed one, could be brought on full-scale buildings of "folk architecture" that possess a dignity and a history that is well respected, so we chosen to these buildings, a scientific approach also from the point of view of the art of the restoration and we can summarized the intervents in five points:
- Observe the monument and the environment, the character and appearance of the city, particularly near the monuments ;
-paying attention to the maintenance and the consolidation of the works;
-give importance to keep a certain artistic value for the elements;
-insert new elements in works of art only if it is really indispensable, and with the intention of not creating a false document.
- Supporting the introduction of new construction techniques if the storical techniques is no longer suitable.

We observe that old brick walls, at times, have internal voids and discontinuities, formed due to geological instability or deterioration phenomena due to the different causes, these cavities are the breaks in the field of building structures and determine a lower capacity to resist, especially if they are subjected to increased loads, or a

different distribution or concentration of weight caused by disruptions or alterations in the old sections bearing. According to the results obtained, the injections have filled the gaps generated from injuries, increasing the surface resistance of the masonry, welding fully disconnected parts.
It was always wanted to regain the full bearing capacity of the buildings which were originally equipped. This result, which seems important according to scientific world that has promoted the problem of energy saving and eco-sustainability, highlighted the importance of maintaining and preserving the built heritage in raw earth through actions that don't change the nature of artifacts and thus allow to convey to future generations the materials and construction techniques that are part of the history of the popular press.

Bibliography

Baratta, M. (1906). *Studio sulle nuove costruzioni in Calabria dopo il disastroso terremoto dell'8 settembre 1905*. Modena.

Bertagnin, M. (1999). *Architetture di terra in Italia*. Monfalcone (GO): Ed. Edicom.

Bosellini, A. (2005). *Storia geologica d'Italia*. Bologna: Zanichelli.

CRAterre (1989). *Traite' De Construction En Terre*. Marseille: Parenthèses ed.

Desio, A. (1973). *Geologia dell'Italia*. Torino: Unione tipografico-ed torinese.

De Sivo, B. (1992). *Il restauro degli edifici in muratura*. Palermo: Dario Flaccovio Ed.

Giffrè, A.(1991). *Letture sulla meccanica delle murature storiche*. Roma: Kappa ed.

Mecca S.(2005). *Architectural Heritage and sustainable development*. Pisa: Ed. ETD

PASTA, A.(1992). *Restauro antisismico*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Curriculum:

Ettore Pelaia graduates in Architecture on July 2008 at University of Florence, with his thesis of degree he participates at the "Prize for studies and searches on the constructive systems in raw earth 2009" founded by Associazione Nazionale Città della Terra Cruda e Laterizi Brioni srl, receiving the "Menzione Speciale" from the judging committee.

TERRA CRUA COMO SISTEMA CONSTRUTIVO NO ESTADO DO CEARÁ, LEVANTAMENTO DAS CONSTRUÇÕES EM ADOBE NA REGIÃO NORTE DO ESTADO

Ricardo Marinho de Carvalho[1]
DEECC/UFC – Departamento de Engª Estrutural e Const. Civil, Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici, s/n,CEP 60.000-000 Fortaleza – Ceará - Brasil
Tel: (+55) 85 3366 9607 ramal 33, Fax (+55) 85 3366 9607 ramal 21
E-mail: ricardomarinho@fortalnet.com.br

Humberto Varum[2]
Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Aveiro
Campus Universitário de Santiago 3810-193 Aveiro - Portugal
Tel: (+351) 234-370938
E-mail: hvarum@ua.pt

Alexandre Araújo Bertini[3]
DEECC/UFC – Departamento de Engª Estrutural e Const. Civil, Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici, s/n,CEP 60.000-000 Fortaleza – Ceará - Brasil
Tel: (+55) 85 3366 9607 ramal 33, Fax (+55) 85 3366 9607 ramal 21
E-mail: bertini@ufc.br

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT

Palavras-chave: Adobe, construção em terra, Ceará

Resumo
A região norte do estado do Ceará comporta, em vários de seus sítios históricos e municípios, a utilização de sistemas construtivos em terra crua. Na própria estória da sua ocupação urbana, temos exemplares de taipa de mão, ou tabique, bem como a adoção de sistemas construtivos em adobe. Ainda hoje, o sistema de construção em terra crua permanece em utilização em várias manchas urbanas de ocupação dentro dessa região. Esse estudo pretende levantar características particulares de cada município ou distrito de relevância, na construção em adobe. Essa região, apesar de ser uma área não muito extensa, abrange uma serie de diferenciações, desde as relativas à utilização da mão de obra, seja pela caracterização do material, granulometria, composição de argila, e adições de outros componentes. O detalhamento do sistema de produção também tem relevância no entendimento do processo, a mão de obra contratada, o sistema de mutirão, a comercialização ou não do adobe como produto, sua produção artesanal, ou semi-industrial, o tipo de forma utilizada, sua variação dimensional e a tipologia característica de cada projeto. A montagem de um mapeamento dessa região, fazendo uma análise comparativa por município ou localidade, com a ajuda de um questionário, marca as características locais, passando a nos indicar um retrato mais fiel, das construções em adobe, num estado com mais de oito milhões de habitantes. Esse mapeamento parte inicial de um projeto maior, que abrange mais quatro regiões do estado, deve nos ajudar numa configuração mais precisa das construções em terra no estado, e além do entendimento técnico construtivo, da perspectiva de compreensão da extensa malha social gerada pela construção em terra crua.
Introduçao. A delimitaçao da area definida para a execuçao do trabalho, partiu de pesquisas, inicialmente junto a secretaria nacional do patrimonio, que definiu dentro do estado do ceara, alguns sitios de importancia historia, sendo eles os sitios de viçosa, sobral,e camocim, interessante constatar, que mesmo com uma farta documentaçao

1. INTRODUÇAO

O norte do estado do Ceará (Figura 1) abrange cerca de 32 municípios entre 7.000 e 180.000 habitantes, concentrando boa parte do seu núcleo populacional, entre os municípios de Sobral e seu entorno. A caracterização do período histórico de suas construções ajudou a dar dados sobre um possível sistema construtivo em adobe. O

Instituto do Patrimônio Histórico Nacional - IPHAN detalha três sítios históricos dentro do estado, todos situados na região norte - Viçosa do Ceará, Sobral e Camocim.

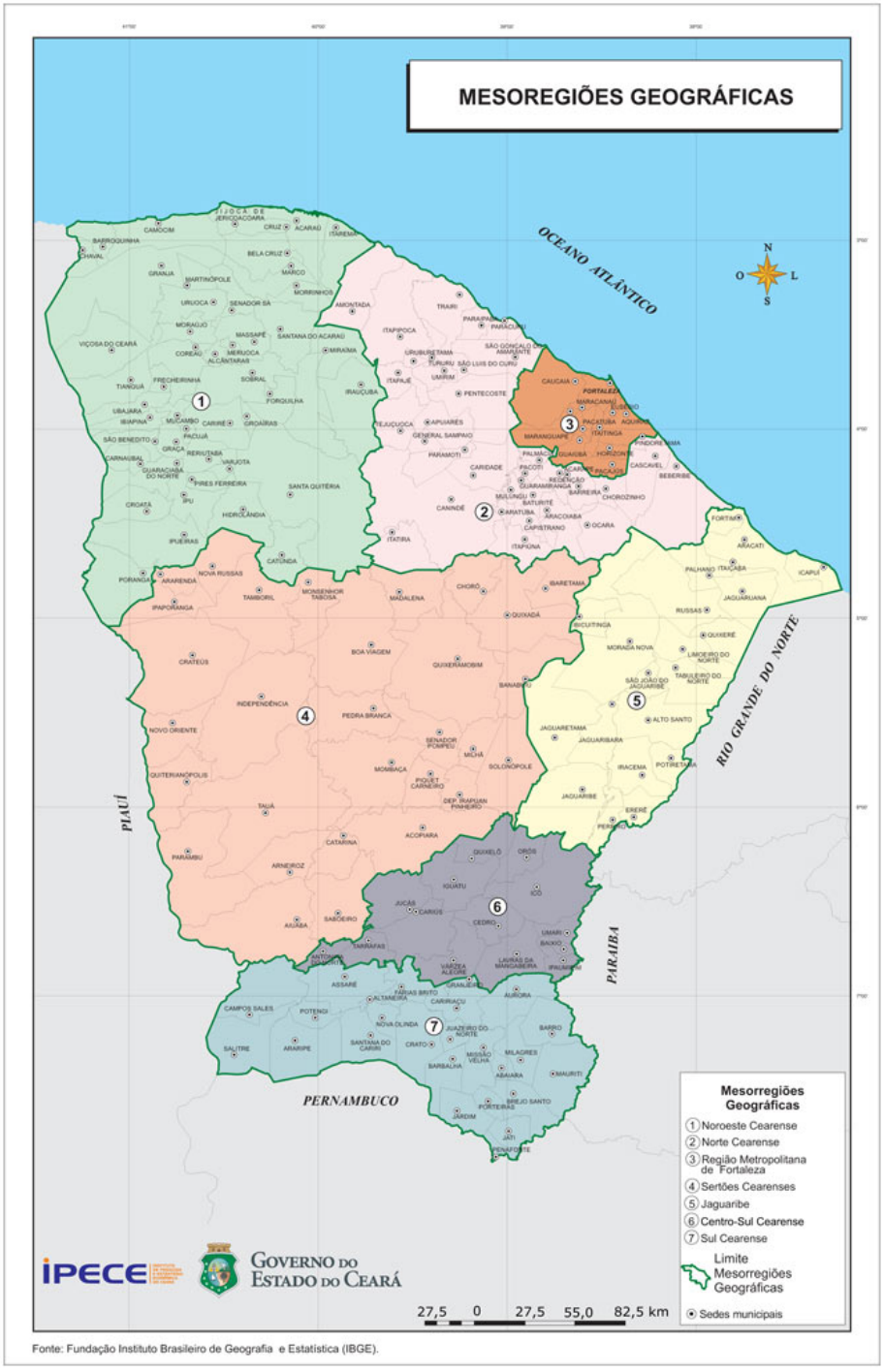


Figura 1 – Mesorregiões geográficas do Ceará (Fonte: http://www2.ipece.ce.gov.br)

Os dados relativos a construção, ou não, em adobe nunca foram estudados pelo IPHAN, o que de certa forma seria de vital importância, já que caracterizaria um fator fundamental no restauro dessas edificações, uma boa parte situado entre os séculos XVIII e XIX. Ao longo dos levantamentos, desenvolvidos nessa região, e através de amostras desse material, identificou-se uma serie de construções em terra crua, principalmente em adobe. A concentração das pesquisas foi desenvolvida em cerca de 10 localidades, que entre municípios e distritos, apresentavam traços desse sistema

construtivo, sendo eles Sobral, Coreaú, Moraújo, Araquém, Granja, Viçosa do Ceará, Santo Expedito, Alcântaras e Meruoca.

Em Sobral, basicamente estabelece-se várias construções religiosas, no século XIX e casarões, da elite da época, em estilo neoclássico e eclético, mas não foi identificado construções recentes, ou a permanência desse sistema, ao longo das áreas de transição para áreas rurais. Em resumo, o sistema em construção em terra foi absolutamente datado e, como qualquer cidade de médio porte (Sobral é 3ª cidade em população do estado), houve um grande processo de favelizaçao da sua periferia, basicamente urbana, e assentada em sistemas mais industrializados de construção, e pouco ligado as raízes culturais dos processos construtivos históricos.

No deslocamento em direção a serra, passamos a identificação de áreas eminentemente rurais, e núcleos habitacionais de municípios bastante limitados geograficamente e com baixos crescimentos populacionais o que, de certa forma, parece ajudar a manutenção de elos culturais e históricos com suas sedes municipais. Viçosa do Ceará é um bom exemplo disso. Situada a cerca de 85 km de Sobral e 354 km de Fortaleza, Viçosa tem um conjunto arquitetônico em adobe de grande importância histórica, individualmente e como grupamento, numa seqüência de edificações mantidas em excelente estado, como a própria igreja matriz. Um dado que, sem dúvida, mais chama a atenção, foi a das construções em adobe em distritos próximos a sede do município, como Santo Expedito, a 9 km do seu centro, onde se localiza um importante núcleo de construção em adobe, iniciativa de construtores populares, muitos inclusive imigrados de localidades do Piauí e Maranhão.

Distrito, com cerca de 150 a 200 casas, Santo Expedito institui como padrão de construção de suas habitações, a construção em adobe com formas unitárias, e sem adição de fibras, de dimensão aproximadas de 22 x 40 x 7cm, a construção em suas peculiaridades, se distingue pela compra do adobe, como tijolos convencionais (em milheiros), e na construção com mão de obra especializada, não se utilizando dos sistemas de mutirão na comunidade. A partir desse município, foi utilizado um questionário de 16 perguntas para ser respondido pelas várias partes envolvidas no sistema - construtores, fabricantes e usuários - para mapeamento comparativo entre as várias localidades que, apesar de muitas vezes próximos, apresentam diferenciações no processo ou na adoção de detalhes construtivos que passam a ser fundamentais, no entendimento da região, e o adobe no Ceará, como um todo.

Alcântaras e Meruoca apresentam semelhanças ao processo encontrado em Viçosa. Cidades com cerca de pouco mais de 9.000 habitantes, têm, entre suas características, estarem em uma zona de grandes abalos sísmicos na região (como aqueles ocorridos em maio de 2008 e maio de 2009) e sendo também uma das mais baixas rendas per captas do estado, com 70 dólares por habitante. Os municípios apresentam várias edificações históricas e construções populares em adobe sendo construídas, sendo basicamente a única opção como sistema construtivo utilizado.

Em Coreaú, uma cidade já de porte maior que Viçosa, Alcântaras e Meruoca, tem cerca de 22.000 habitantes, e onde encontra-se poucas construções – sejam históricas ou atuais - em adobe, na sede do município. No distrito de Araquém, a cerca de 18km da sua sede, encontra-se uma das maiores concentrações de habitações em adobe, históricas e atuais. Com cerca de 8.000 pessoas, nota-se fortemente adaptações construtivas, como utilizações de sistemas mistos; esses sistemas nos parecem muito mais ligados aos aspectos culturais, na tentativa de se adaptar a novos revestimentos na fachada principal, do que da abolição do adobe, de forma gradual, O conceito da habitação com adobe - termicamente mais agradável - é um principio já

aceito há muitos anos e disseminado entre a população, que empiricamente já entendia os conceitos da inércia térmica.

Foi levantado também, em toda a região norte do estado, um mapeamento de solo, mapa este que configura grandes manchas de solo argiloso (Figura 2), coincidindo nas regiões citadas, com grande volume de construções em terra, especialmente adobe.

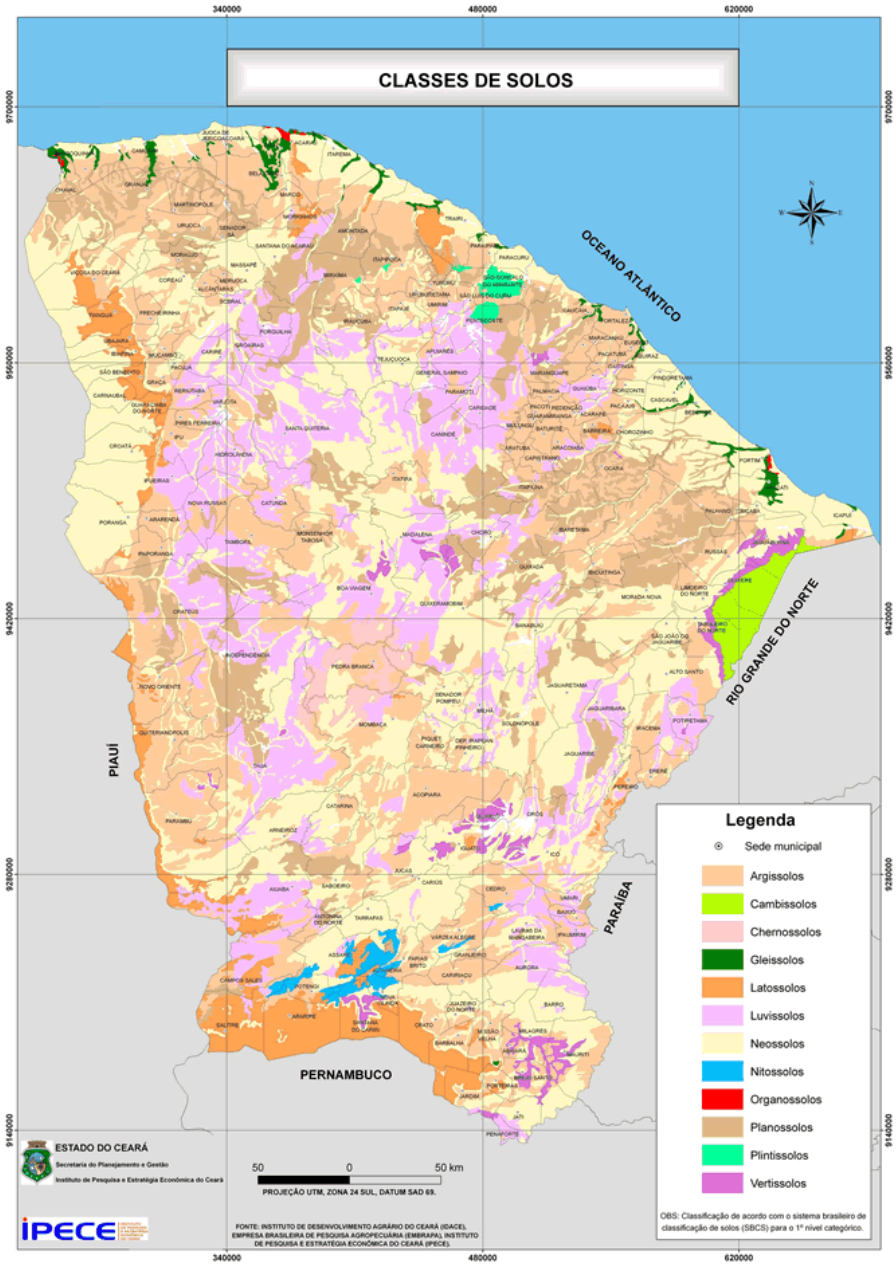


Figura 2 – Mapa de solos do Ceará (Fonte: http://www2.ipece.ce.gov.br)

2. METODOLOGIA

O levantamento de dados, dentro desse projeto, deveu-se em grande parte a confecção de formulários, adaptados dos utilizados na Universidade de Aveiro. Os questionários foram reformatados e construídos com linguagem mais acessível e mais simplificada de serem respondidos.

Todas as pessoas envolvidas no processo de elaboração do adobe, tais como construtores populares, produtores unicamente de adobes, mão de obra contratada, bem como os moradores dessas edificações, foram importantes na montagem de um retrato mais fiel da atual situação da construção em terra no norte do estado.

Cerca de 60 pessoas, participantes ativos do processo, nos mostram a caracterização do adobe nos vários municípios: dimensões, moldagens, tipo de mão de obra, detalhes de fundação, traços no revestimento, tipos de madeira em suas cobertas, plantas arquitetônicas e fixação de esquadrias. Também foi desenvolvido a utilização de ensaios de campo simplificados para fins comparativos, caracterizando a resistência mecânica desses adobes, teores de argila, silte e terra.

Foi utilizado o laboratório da Universidade Federal do Ceará - UFC, para determinaçao dos esforços de compressão, utilizando corpos cúbicos de 7 cm (Figura 3), seguindo a indicaçao da futura norma brasileira, e do grupo que atualmente a redige. Os ensaios de determinação de composição de argila, silte e areia foram desenvolvidos nos laboratórios de solo da UFC (Figura 4).



Figura 3 – Corpos de prova cúbicos



Figura 4 – Equipamentos para ensaios à compressão – laboratório UFC

Foi montado um registro fotográfico, de modo a preservar a cultura do sistema construtivo, em suas várias etapas, favorecendo o entendimento social dessa sua malha de contatos, de grande importância econômica e social, para essas localidades.

3. CONCLUSÃO

Os levantamentos descritos permitiram criar um referencial da chamada “casa da caatinga cearense”, o retrato da sua habitação rural e a determinação, pela primeira vez, de um modelo de residência rural em adobe nessa parte do estado.

A caracterização da habitação em terra, basicamente adobe na região norte do Estado do Ceará, definindo suas características construtivas, seu material e seus processos, ajuda a entender um modelo de construção que possa ser adotado, pelo poder público seguindo suas questões culturais e o entendimento da malha de relacionamentos, gerados, a partir dessas construções.

Sob o ponto de vista do material constatou-se resultados extremamente positivos em termos de resistência mecânica dos adobes estudados, em Viçosa, chegou-se a resultados de esforços a compressão de 1,7 mpa, em Coreau, os resultados variaram entre 1,0 e 1,3 mpa. Em Alcântaras, esse resultado em duas localidade diferentes atingiu valores de 1,0 e de 3,0 mpa.

Esses resultados demontraram a capacidade de utilizaçao do adobe, com qualidades mecânicas as vezes superiores a tijolos cerâmicos industrializados utilizados nessas regiões. Demonstra ainda que, além da caracterizaçao mecânica, a compreensão do adobe como um elo cultural com o passado, e o seu possível resgate na adoção da apuração da técnica, e o respeito à cultura da casa típica do norte do estado, pode ser o ponto de partida para uma rico encontro com perspectivas futuras para esse homem nordestino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, U. V. L. (1978). Terra-cimento: contribuição para o estudo da casa de baixo custo. São Carlos. EESC-USP (Dissertação de mestrado)

SANTIAGO, C. C. (1996). O solo como material de construção. Salvador-BA: EDUFBA.

AUTORES

Ricardo Marinho é arquiteto, Mestre em Engenharia Civil pela UFC, Doutorando em Engenharia Civil pela UA – Universidade de Aveiro, Professor Assitente IV da Universidade Federal do Ceará.

Humberto Varum é Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Civil pela UA, Professor Auxiliar da UA – Universidade de Aveiro. E-mail

Alexandre Bertini é Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia Civil pela EESC - USP, Professor Adjunto I da Universidade Federal do Ceará.

ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ELEVAÇÃO DA PAREDE EM ADOBE DE DUAS HABITAÇÕES RURAIS. Casos: Assentamentos Rurais Pirituba II e Sepé-Tiaraju - São Paulo – Brasil

Mauricio Guillermo Corba Barreto [(1)]; Rafael Torres Maia [(2)]; Rosana Rita Folz [(3)]; Akemi Ino [(4)]; Ioshiaqui Shimbo [(5)]

HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP/UFSCAr.

São Carlos – SP – Brasil

Tel: (+55) 16-3373 9304, Fax (+55) 16-3373 9304

(1) E-mail: macorito710@yahoo.com.br

(2) E-mail: rafamaia@yahoo.com

(3) E-mail: rosana.folz@gmail.com

(4) E-mail: inoakemi@sc.usp.br

(5) E-mail: shimbo@power.ufscar.br

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento
Palavras-chave: Adobe, parede, habitação rural.

Resumo

O presente trabalho se insere no debate científico sobre a habitação e o resgate das práticas mais sustentáveis, como o uso de materiais provenientes de recursos renováveis, na produção da moradia rural. No Brasil, esta relação aparece na construção habitacional em alguns assentamentos rurais de reforma agrária, onde se busca transferir o conhecimento técnico de outros processos construtivos para as famílias assentadas, como alternativa à alvenaria tradicional de bloco cerâmico, presente na maioria dos conjuntos habitacionais brasileiros. De entre as técnicas alternativas encontra-se a parede de adobe que utiliza materiais de origem local, emprega pouca energia em sua produção, possui capacidade estrutural, além de poder gerar ambientes com isolamento térmico e acústico mais desejável.

Embora o adobe seja uma técnica milenar, existe ainda uma carência muito grande de estudos que abordem aspectos específicos desta técnica na construção de habitação de interesse social no meio rural, como por exemplo: análises comparativas de diferentes casos que possibilitem o aumento de referências das experiências positivas e negativas do uso da terra como material para construção de habitações dignas; implicações dos traços do adobe e elevação das fiadas no desempenho das paredes como estrutura da casa; e a relação do papel da assessoria técnica com as capacidades de execução dos próprios moradores da casa. Além destas lacunas, podem-se acrescentar os poucos estudos que existem atualmente no Brasil que tratam da transferência do conhecimento sobre o uso da terra como material de construção para as famílias de baixa renda inseridas em processos participativos.

Neste contexto, esse trabalho analisa dois exemplos desenvolvidos em dois assentamentos rurais. O primeiro está inserido em um projeto que construiu 49 casas no Assentamento Pirituba II, localizado no município de Itapeva, onde uma destas casas foi construída em adobe. O segundo exemplo estuda o caso de paredes de adobe de uma casa que colapsaram pouco tempo depois de serem erguidas, no Assentamento Sepé-Tiaraju, localizado no município de Serra Azul, onde foram construídas 77 casas em materiais e técnicas distintas. Ambos os assentamentos estão situados no Estado de São Paulo, Brasil.

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de elevação das paredes em adobe comparando os dois casos, que foi bem sucedida em uma casa, mas que apresentou algumas falhas na outra. Utilizou-se como estratégia geral de pesquisa o método da “pesquisa-ação”, na qual os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa ficam envolvidos no processo, de forma cooperativa ou

participativa, e na resolução dos problemas. Os produtos obtidos foram os seguintes: 1) caracterização de cada caso; 2) identificação das variáveis; 3) quadros comparativos dos dois casos; 4) análise e conclusão das comparações. Como resultados desse trabalho obtiveram-se detalhes das variáveis comparadas, os quais podem ser utilizados em novos processos construtivos em adobe considerando o trabalho conjunto entre as famílias e a assessoria técnica. Esse tipo de experiência contribui com novas informações referentes a processos de uso de materiais renováveis com a participação das famílias na produção da moradia rural.

1. O ADOBE E A TECNOLOGIA SOCIAL

O adobe, bloco em terra crua, é uma das técnicas que utiliza o solo com as mais variadas características sem passar pelo processo de cozimento ou queima. Além do adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão (pau-a-pique) foram as técnicas em terra crua mais difundidas no Brasil (Lopes, 1998).

Trazida pelos colonizadores portugueses, a construção em terra crua predominou no período colonial. Na virada do século XIX para o XX, com a produção em série do tijolo cerâmico de baixo custo e o surgimento de outras tecnologias, gradativamente as técnicas de terra crua foram desaparecendo. A terra como material de construção continuou sendo utilizada principalmente em algumas regiões da área rural de forma muito precária, resultando em casas mal construídas, principalmente pelo despreparo da mão-de-obra e pela indevida aplicação do processo construtivo.

Com a busca por técnicas construtivas mais sustentáveis, a construção em terra crua volta a ser apresentada como uma alternativa para construções habitacionais, principalmente em áreas rurais. No entanto, ainda existe uma carência muito grande de estudos que possam subsidiar a transferência desta tecnologia para comunidades interessadas na aplicação deste material. Como bem destaca Pinto (1993, *apud* Alexandria e Lopes, 2008):

"Terão que se recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, sistematizá-las, testá-las em laboratório e aperfeiçoá-las. No fundo, reacreditá-las, restituir-lhes o crédito a que têm direito. Há que associar à terra idéias verdadeiras e inovadoras como conforto, economia energética, longevidade, degradabilidade e ecologia."

A construção de casas em adobe, como resultado de estudo científico de seus materiais e de seu processo de fabricação e organização, pode se enquadrar no que atualmente é conhecida como tecnologia social, considerando as seguintes características: baixo impacto ambiental; uso de matérias-primas e energias locais; necessidade de pouco capital; não exigência de formação específica para sua utilização; de domínio público não envolvendo patentes; e de fácil entendimento e absorção (Abiko, 2009). O adobe é uma técnica que com metodologias transformadoras, aplicadas e apropriadas pela população envolvida podem representar soluções para a melhoria de qualidade de vida.

Rodrigues e Barbieri (2008) afirmam que os parâmetros da tecnologia social fornecem os critérios para análise das ações da proposta: atendimento das demandas sociais concretas vividas e identificadas pela população; processo democrático e desenvolvido a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população; participação, apropriação e aprendizado por parte da população e de outros atores envolvidos; planejamento, aplicação ou sistematização de conhecimento de forma organizada; produção de novos conhecimentos a partir da prática; atendimento à

sustentabilidade econômica, social e ambiental; geração de aprendizagem que serve de referência para novas experiências.

Colocando estes critérios como referência, é possível analisar as experiências assessoradas pelo Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade (HABIS) na elevação de paredes em adobe de duas habitações em assentamentos rurais (Pirituba - Itapeva e Sepé-Tiaraju – Serra Azul). Com a análise comparativa do processo de construção pretende-se identificar os fatores que geraram resultados distintos entre as duas experiências, apontando-se também as dificuldades encontradas na transferência da tecnologia, cujo processo apresenta certas peculiaridades que precisam ser debatidas.

Schilderman (*apud* Neves, 2004) observa que não basta treinar a mão de obra para garantir a transferência de tecnologia. É necessário o "engajamento de uma equipe técnica multidisciplinar, motivada, capacitada para adequar os procedimentos aos hábitos tradicionais da população e com poder de decisão". Neves (2004) acrescenta que a equipe transferidora da tecnologia "precisa ter também sensibilidade para absorver as informações sobre o hábito cultural dos usuários da tecnologia, procurar adequar a técnica aos materiais regionais e utilizar uma linguagem de acordo com a população a ser atendida".

Este processo de avaliação se insere na geração de tecnologia social, pois promove a alimentação do processo auxiliando no avanço da tecnologia. Com a análise apresentada neste trabalho pretende-se contribuir para a reflexão sobre o uso do adobe em habitações rurais em um processo participativo de construção e os cuidados que isto implica na transferência do conhecimento, no acompanhamento da produção dos blocos bem como das etapas construtivas.

2. ESTRATÉGIA DE PESQUISA E MÉTODO DO ESTUDO

A estratégia de pesquisa utilizada pelo HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC/USP e UFSCar), tanto no Projeto desenvolvido no Assentamento Rural Pirituba II como no Sepé Tiaraju, foi o da Pesquisa-ação.

A pesquisa-ação agrega vários métodos e técnicas de pesquisa social conforme cada fase ou operação do processo de investigação, existindo técnicas para coletar e interpretar dados, resolver problemas, organizar ações, e outras. Na pesquisa-ação, os pesquisadores recorrem a métodos e técnicas de grupos para lidar com a dimensão coletiva e interativa da investigação e também técnicas de registro, de processamento e de exposição de resultados (Thiollent, 2000, p.26).

Por outro lado, o método utilizado para analisar o processo de elevação da parede em adobe de duas habitações destes assentamentos foi o estudo das seguintes fontes de evidência: relatos de viagens, relatórios de pesquisa, observações diretas e arquivos digitais e audiovisuais.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS RURAIS PIRITUBA II E SEPÉ-TIARAJU

3.1 Assentamento Rural Pirituba II

Este Assentamento está em uma área que ocupa uma parte do município de Itapeva (áreas I e IV) e uma do município de Itaberá (áreas II, III e V), situados no sudoeste do

Estado de São Paulo (Brasil), região que apresenta uma grande concentração de florestas plantadas e, ao mesmo tempo, baixos indicadores sociais.

O Grupo Habis coordenou o Projeto Inovarural (Habitação rural com inovação no processo, gestão e produto) nas áreas I e IV, portanto no município de Itapeva, acompanhando a construção de 41 casas térreas em alvenaria de bloco cerâmico e uma casa em adobe no período de 2003 a 2005 (Ino, 2005). O processo de escolha de materiais transcorreu ao longo de quase um ano, passando por várias reuniões, capacitações e definição da tipologia da habitação. O interesse pelo adobe se deu principalmente pelo seu baixo custo. Porém, com a possibilidade de acessar um recurso financeiro adicional para a construção das casas, muitas famílias desistiram do adobe permanecendo apenas uma família que aceitou a proposta da assessoria de construção da sua casa com este material.

3.2 Assentamento Rural Sepé-Tiaraju

Neste assentamento estão sendo construídas 77 casas em três tipologias diferentes: uma de dois quartos, outra de três quartos (ambas em bloco cerâmico) e uma terceira de três quartos com materiais alternativos, todas com sala, cozinha e banheiro interno. Entre estes materiais está a terra crua, presente nas técnicas do BTC (bloco de terra comprimido), adobe e taipa de mão. Além destas, estão sendo feitas experimentações com outros materiais e técnicas, tais como estrutura em eucalipto roliço e fundação em pedra.

Dentre estas famílias, duas escolheram o adobe. Uma delas se antecipou, fabricou os adobes e ergueu rapidamente as paredes de sua casa, na ansiedade de ter a casa pronta para não passar mais um período de chuvas dormindo em um barraco em precárias condições. Esta pressa na produção dos adobes e na elevação das paredes não possibilitou o devido acompanhamento do grupo de assessoria, reduzindo em muito sua capacidade de interferência. Esta situação fez com que a família utilizasse traços diferentes para a produção dos adobes e massa de assentamento, método de secagem inadequado, dentre outras ações indevidas.

4. LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS E ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ELEVAÇÃO DAS PAREDES DE ADOBE

Os dois casos utilizados como estudo passaram por processos construtivos diferentes em todas as etapas. No entanto, o presente trabalho aborda apenas o processo de elevação das paredes, pois se pretende analisar como o processo realizado de forma diferenciada resultou em uma casa bem construída, em um Assentamento, enquanto na casa do outro Assentamento as paredes colapsaram logo após a sua elevação. Além do mais, o elemento “parede” é um dos que mais se destacam em uma edificação, apresentando função estrutural, equilibrador do clima interior, proteção das intempéries, privacidade e segurança (Stulz e Mukerji, 1993).

Para analisar o processo de elevação das paredes de adobe das duas casas em questão, foi elaborado um quadro comparativo com as quatro variáveis e suas sub-variáveis que foram identificadas como principais neste processo, devidamente caracterizadas para posterior análise.

A primeira variável se refere à relação entre o pesquisador e a família na assessoria técnica. Esta variável ajuda a entender a implicação da interação dos dois atores na

transferência de tecnologia, destacando as atribuições e as condições de cada um deles. A segunda variável refere-se às características do adobe, pois da qualidade da sua produção depende o eficiente desempenho na exigência estrutural da parede e a capacidade de suportar os fenômenos ambientais. A terceira variável foca a execução da parede para poder identificar as inconsistências que podem acontecer em cada uma de suas etapas. Esta variável foi então subdividida em execução da argamassa de assentamento e execução das fiadas, analisadas em suas várias etapas. A quarta variável se refere às interfaces, comum nos dois casos, que determinaram o desempenho da parede de adobe.

VARIÁVEL 1: Relação entre pesquisador e a família na assessoria técnica	
CASO PIRITUBA	CASO SEPÉ
Durante algumas etapas da produção do adobe e da elevação da parede a assessoria dos pesquisadores não foi contínua, em alguns casos por falta de recurso e em outros pelo trabalho acelerado do morador. O morador sempre esteve com boa disposição às sugestões dos pesquisadores, apesar de algumas etapas serem definitivamente executadas por conhecimento popular próprio do morador, como por eemplo, o reboco que foi feito de cimento e areia. A família representou um grande apoio no avanço e na decisão da construção da casa. Os pesquisadores realizavam oportunamente os projetos e mantinham constantemente comunicação com o morador. Atualmente o morador e sua família moram na casa de adobe. O assentamento ficava a um distância de quatro horas e meia da Universidade, fato que embora tenha sico de grande esforço para os pesquisadores, não impossibilitou as visitas quase semanais ao assentamento, graças a um recurso financeiro para pesquisa.	Durante algumas etapas da produção do adobe e da elevação da parede a assessoria dos pesquisadores não foi contínua, em alguns casos por falta de recurso e outros pelo trabalho acelerado do morador. Depois que as paredes caíram o morador ficou disposto a fazer de novo, no entanto a família não apoiou a decisão, mudando da técnica do adobe para o tijolo cerâmico. A vontade do morador em experimentar traços sem prévio controle e o fato de não esperar os pesquisadores para assessorar, acabou dificultando o monitoramento executivo da obra. Apesar das boas relações humanas entre pesquisador e família, se percebeu que a pouca experiência do pesquisador em canteiro ajudou na determinação da baixa eficácia construtiva da casa. Apesar de o assentamento ficar mais próximo da Universidade do que Pirituba, as visitas da assessoria não puderam ser tão contínuas como Pirituba, por falta de recurso para pesquisa e o recurso de assessoria técnica era limitado.

VARIÁVEL 2: Características do adobe	
CASO PIRITUBA	**CASO SEPÉ**
Produção total de 5.141 adobes, com possibilidade de ser produzidos em 25 dias com uma equipe média de quatro pessoas. Tipo de energia utilizada: humana e solar. Tipo de mão de obra utilizada: coletiva e familiar. Lugar e quantidade de extração da matéria prima: 25m³ de solo (perto da moradia); 612 kg de casca de arroz (resíduo agrícola local). A dimensão interna da forma foi: 15 cm x 11 cm x 30 cm. Adobe com dimensões de 14,2 cm x 9,9 cm x 29 cm, estabilizado com casca de arroz em porcentagens 2:1 - solo:casca, com uma resitência a compressão de 1,42 Mpa. No começo os adobes tinham um alto grau de umidade, mas foi corrigido a tempo. Vários adobes, por decisão do morador, foram feitos sem prévio descanso porque o morador afirmava que a produção demorava muito tempo. No entanto a maioria dos adobes teve um razoável processo de produção.	A produção total de adobes foi perto de 3.600 blocos, produzidos em dois meses. O tipo de energia usada, além de humana e solar, também foi mecânica, com uso de combustível, porque foi necessário caminhões para o transporte da terra de uma distância de 8 km, local onde se estava realizando cortes de terra para a construção de uma estrada. Utilizaou-se 30m³ de terra. O traço não foi definido homogeneamente. No entanto, nas misturas foram usadas algumas fibras vegerais como: esterco de gado e capim. Participaram na produção cinco pessoas integrantes da família. A dimensão interna da forma foi: 15 cm x 14 cm x 30 cm. Adobe com dimensões de 14 X 13,5X 29 cm, com uma resistência a compressão de 1,7 Mpa. O ensaio de flexão mostrou um resultado bastante baixo do mínimo seguro, o principal motivo relacionado à falta de coesão entre as partículas do adobe. A produção teve várias dificuldades como: falta de definição do traço para estabilização, não peneiramento da terra, pouco tempo de descanso do barro (uma noite), aparência úmida do barro na hora de moldar (justificado pelo fato de não querer lançar o barro na forma), falta de limpesa do lugar de amassamento (buraco acima do monte de terra), o barro não foi protegido nos dias de chuva, o adobe foi armazenado no chão, aumentando a umidade por capilaridade.

VARIÁVEL 3: Execução da parede		
Sub-variáveis do tipo 3	**CASO PIRITUBA**	**CASO SEPÉ**
Produtividade na execução (hora/mutirante por m²)	1,5 horas de mutirante por m²	Sem dado
Quantidade de adobes por 1 m²	30 adobes	25 adobes
Dimensão da junta vertical e horizontal	Entre 1,5 a 2,5 cm	Entre 2 a 3 cm
Custo de 1 m² de parede de adobe	R$ 0,42	Sem dado
Tempo de elevação total da parede	1 mês	2 meses
Área final da parede	308,45 m²	Sem dado
Ferramentas usadas	Cavalete, colher de pedreiro, enxada, balde, carrinho, prumo, nível, escada, 3 tábuas, linha trena	Colher, prumo, linha, enxada, balde, carrinho, nível, tábuas, cavalete, trena

3.1 EXECUÇÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO		
Lugar e distância de produção da argamassa de assentamentol	1 metro do contrapiso da casa a ser construída em adobe	7 metros do contrapiso da casa a ser construída em adobe
Quantidade de argamassa produzida por dia	Variava por depender da quantidade de adobes que assentava por dia	Variava por depender da quantidade de adobes que assentava por dia
3.1.1 Execução do poço (ou local) de amassamento		
Características do lugar de produção da argamassa	Poço no solo, sem plástico	Buraco no monte de terra
Tamanho do local de produção da argamassa	4 poços de 1,30 x 0,50 m	1,50 x 1,50 m
3.1.2 Preparação do traço		
Traço	Três primeiras fiadas:traço da argamassa só de água e terra. Após testes de retração - mesmo traço do adobe	Só terra e água
Grau de umidade do traço	Nas primeiras e últimas fiadas o traço estava mais úmido gerando retração	Alto grau de umidade, passada do limite plástico
3.1.3 Pisoteamento da argamassa		
Tempo do pisoteamento do barro	30 minutos	10 minutos
Aparência do barro pisado	Média: plástica. Quantidades um pouco acima do limite de liquidez	Passava do limite plástico para um grau mais úmido
3.1.4 Descanso da argamassa		
Tempo de descanso do barro	Maioria das vezes - 1 dia.	Não descansou
Proteção do barro na chuva	Coberto com plástico	Fazia argamassa só na hora de usar
3.1.5 Correção da umidade do barro		
Correção da umidade do barro	Foi feita	Como o barro não tinha descanso, a umidade não era corrigida
Aparência do barro	Média: plástica. Algumas quantidades passando do limite de liquidez	Maioria das vezes: argamassa mais úmida, fora do limite de plasticidade
Quantidade de água usada	Sem precisão	Sem precisão
3.2 EXECUÇÃO DAS FIADAS		
Umidecimento dos adobes no momento de assentá-los	Foi feito	Não foram molhados
Quantidade de fiadas totais (pelo oitão e pela frente da casa	Até oitão: 32 fiadas Fachada 1: 23 fiadas Fachada 2: 19 fiadas	Até oitão: 23 fiadas + viga cinta Fachada 1: 17 fiadas + viga cinta Fachada 2 (até cinta): 14 fiadas

3.2.1 Execução das esquinas		
Prumo e esquadro das esquinas	Algumas paredes: 3 cm (média) fora do prumo e esquadro	No prumo e no esquadro
Limpeza da superfície da fundação	Foi feita	Foi feita
Elaboração e seguimento do projeto de sequência das fiadas de adobe	Não teve projeto. Foi feito pré-modulação em canteiro	Teve projeto e foi seguido
3.2.2 Execução da primeira fiada		
Execução da primeira fiada segundo o projeto	Não teve projeto. Tiveram fiadas que não apresentaram trava suficiente	Foi seguido o projeto
Execução no nível e esquadro da primeira fiada	Foi feita. Algumas esquinas de fiadas superiores não foram amarradas	Foi feita
3.2.3 Execução das fiadas seguintes		
Amarração das esquinas	Foram amarradas. Usou-se aço (5mm) de 40 cm em cada direção	Foram amarradas. Usou-se aço (1/4) de 30 cm em cada direção
Distância entre amarrações/esquinas	Cada 3 fiadas	Sem dados
Elevação por fiadas completas	Foram feitas primeiro as esquinas e depois ia se elevando o perímetro todo da fiada	Algumas paredes internas não foram elevadas ao mesmo tempo do perímetro todo,dificultando amarração
Alturas das paredes	Cumeeira: 3,73 m Fachada 1: 2,64 m Fachada 2: 2,20 m	Até cumeeira: 3,78 m Fachada 1: 2,78 m Fachada 2 (até cinta): 2,17

VARIÁVEL 4: Interfaces	
CASO PIRITUBA	**CASO SEPÉ**
- A fundação, que foi executada a 15 cm acima do nível do chão, foi em sapata corrida, com blocos de concreto, armada e grauteada. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. As três primeiras fiadas foram rebocadas com uma argamassa acrescida de impermeabilizantes para evitar o desgaste por causa da chuva. - Foram colocadas, como vergas e contravergas, aço de 6,3 mm. No entanto, os batentes das janelas tiveram flecha de até 3 cm. Num dos vãos das janelas foi necessário colocar uma verga de madeira, pois acima desta se apoiava uma tesoura. - Não foi feita cinta de amarração. - A ligação entre cobertura e o adobe foi realizada através de uma peça de transição (berço) em madeira, fixada no adobe com pinos metálicos (SILVA, 2007)	- A fundação foi executada em pedra bloco pela abundância desta pedra na região. Foi impermeabilizado o respaldo da fundação com "vedalit". Este respaldo da fundação ficou a 60 cm do nível do chão, e logo depois foi assentada a primeira fiada de adobe. Esta primeira fiada não foi impermeabilizada, absorvendo a água da chuva, o que debilitou sua resistência. - Na elevação das paredes não foi colocada nenhuma peça de madeira que ajudasse a pregar os batentes das janelas. - Foi feita uma cinta de amarração de concreto com armadura de duas barras de aço, cimento, areia e brita. Traço = 1 saco de cimento: 3 carriolas de areia ; 3 carriolas de brita. Esta cinta de concreto foi feita após tentativa de colocar arame farpado como reforço acima dos vãos, o que não deu certo. - As paredes colapsaram antes de ser colocada a cobertura.

Para analisar os diferentes tipos de variáveis identificadas é necessário articulá-las e pensá-las como um todo, pois uma variável pode depender da outra, como, por exemplo, a relação da assessoria com a família na execução da obra e as causas que levaram ao extremo de colapso de paredes. Nesse primeiro tipo de variável podemos observar que a assessoria constante ajuda a mitigar possíveis atuações improvisadas do morador na construção da sua casa. Nos dois casos, a distância dos Assentamentos da cidade sede da Universidade dos pesquisadores impediu uma assessoria intensiva, e no caso do Sepé, os escassos recursos econômicos para viagens também agravaram a baixa freqüência das visitas. Por outro lado, existe uma ansiedade das famílias em querer

terminar logo suas casas, o que dificulta um monitoramento e conseqüente prejuízo do processo.

A produção de adobe apresenta certa complexidade se considerar a exigência do conhecimento prévio do tipo do solo e a execução de ensaios de resistência. No entanto, é uma técnica rapidamente aprendida por moradores de baixa formação escolar. Este rápido domínio da técnica permite, por outro lado, adaptações realizadas pelas famílias para agilizar a produção com menor esforço, o que pode colocar em risco a qualidade do adobe. Alguns exemplos claros no caso do Sepé referem-se às mudanças incontroladas de traços da terra com estabilizantes de fibras vegetais, ao pouco tempo de amassamento do barro, ao excesso de umidade e o pouco tempo de descanso do barro. Estes fatos também estiveram presentes em Pirituba, porém em poucos momentos do processo.

A elevação de uma parede de adobe exige um projeto detalhado de cada uma de suas fiadas, para evitar surpresas na execução no canteiro, pois a família nem sempre estará acompanhada pelo assessor. Além disto, tanto em Pirituba como no Sepé, foram encontrados problemas na produção da argamassa de assentamento, por não ter existido o mesmo rigor que foi dispensado no preparo do barro para o adobe.

Como resultado desta tabela comparativa fica uma questão, que embora seja simples, sua resposta é determinante para entender os limites construtivos em termos de tecnologia de terra na sua transferência em assentamentos rurais no Brasil: por quê uma casa caiu e a outra não, se as duas ficaram expostas a chuvas, e as condições foram muito parecidas? Podem-se elencar várias hipóteses no caso do colapso da parede, como: a falta de uma assessoria contínua provocou a improvisação incontrolável do atuar do morador; alterações dos traços, da composição dos adobes e as mudanças no processo de produção do adobe; os primeiros testes do solo e do adobe tiveram resultados que posteriormente não corresponderam completamente à realidade das características físicas e químicas do adobe produzido pelo morador no canteiro; o incorreto processo de produção do adobe gerou blocos de baixa resistência fazendo com que as primeiras fiadas não suportassem a carga da parede; a argamassa de assentamento não teve propriedades suficientes para atuar como uma junta eficiente; o fato de elevar as paredes e não cobrir em época de chuva fez com que os grandes volumes de água e vento debilitassem as paredes; a água da chuva se empoçou perto da primeira fiada debilitando-a e consequentemente provocando a queda total.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de existir um conjunto de conhecimentos técnicos sobre o adobe, percebem-se alguns entraves na transferência deste conhecimento para as famílias de baixa renda que precisam construir suas casas. O primeiro deles é desconstruir o preconceito associado à construção em terra como sendo sinônimo de pobreza, fragilidade ou mesmo decadência. O conhecimento e aceitação da técnica por parte da família são os primeiros passos rumo a uma transferência bem sucedida.

A partir do momento que a família acredita que o adobe corresponde a uma ótima possibilidade de agregar conforto e baixo custo da casa com um manejo sustentável do ambiente natural, a relação entre os produtores e os consumidores da tecnologia ganha o *status* de parceria, e a transferência do conhecimento, ou mesmo a troca de conhecimentos, contribui para a evolução da técnica do adobe.

O que foi exposto neste trabalho serve para destacar os seguintes cuidados que se precisa ter em cada etapa da elevação de paredes de adobe: a análise do solo, o traço do adobe, o teste de resistência e a produção do adobe, a interface fundação/parede, a argamassa de assentamento, a exposição à chuva durante a elevação da parede e o reconhecimento de outras variáveis que podem comprometer a integridade da parede. Em um processo de construção participativa, a assessoria precisa conscientizar as famílias sobre estes cuidados.

Por mais simples que a técnica do adobe pode parecer, ficou comprovado, na análise aqui realizada, que a simplicidade aparente pode esconder uma complexidade que precisa ser devidamente tratada tanto no momento da difusão quanto na aplicação daquilo que pode ser considerada uma tecnologia social.

Notas

(1) Segundo Minke (2000, *apud* Faria, 2002), é necessário amassar o barro (mistura de solo, biomassa e água) e deixá-lo em repouso (para melhor homogeneização da umidade e absorção pela biomassa – por maceração). Este descanso é recomendável, tanto para o barro dos adobes quanto para o barro de assentamento dos mesmos.

BIBLIOGRAFIA

Abiko, A. K. (2009). Tecnologias apropriadas em construção civil. Disponível em: http://alexabiko.pcc.usp.br/artigos/TecnologiasApropriadas.pdf (Acessado: 22/09/2009)

Alexandria, S. S. S. e Lopes, W. G. R. (2008). A utilização da terra em construções rurais durante a colonização do Estado do Piauí. *VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra* e *II Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil*, São Luís, 2008. São Luís, MA: UEMA.

Faria, O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe*: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). Tese de Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, São Carlos, SP.

Ino, A. *et al.* (2005). *Construindo habitação rural, com recursos locais e renováveis, e ampliando as oportunidades de trabalho e renda* - Assentamento Fazenda Pirituba (Itapeva – SP). Relatórios Trimestrais. São Carlos, Fev. 2004–Março 2005.

Iokoi, Z. M. G. *et al* (org.) (2005). *Vozes da terra*: histórias de vida dos assentados rurais de São Paulo. São Paulo: Fundação ITESP.

Lopes, W. G. R. (1998). *Taipa de Mão no Brasil: levantamento e análise de construções*. 1998. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, São Carlos, SP.

Neves, C. M. M. (2004). Mecanismos para transferência de tecnologia para habitação e a experiência do Projeto Proterra. *III Seminário Ibero-Americano de Construcción con Tierra*, Tucumán, Argentina, 2004. Tucumán, Argentina: PROTERRA; Cyted-Habyted; Criatic; Universidade Nacional de Tucumán, 2004. p.437-449

Rodrigues, I. e Barbieri, J. C. (2008). A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, vol. 42, n. 6, p.1069-1094, nov.-dez.

Silva, F. M. G. (2007) *Análise da sustentabilidade no processo de produção de moradias utilizando adobe e bloco cerâmico*. Caso: Assentamento Rural Pirituba II - Itapeva-SP. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Stulz, R. e Mukerji, M. (1993). Información fundamental sobre elementos de construcción. *Materiales de construcción apropiados*. London: SKAT & IT Publications.

Thiollent, M. (2000). *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez.

Curriculum

Mauricio Guillermo Corba Barreto. Arquiteto e Urbanista (UNIBOYACA, 2006 - Colômbia), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP) – Bolsista CNPq/PEC-PG - Pesquisador do HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Brasil

Rafael Torres Maia. Arquiteto e Urbanista (UFAL, 2006), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP – Bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP - Pesquisador do HABIS (EESC-USP/ UFSCar) – Brasil.

Rosana Rita Folz. Arquiteta e Urbanista (UFSC, 1986), Mestre em Tecnologia do Ambiente Construído (EESC-USP, 2002) e Doutora em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia (EESC-USP, 2008). Pós-doutoranda e bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado - PNPD, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Pesquisadora do HABIS (EESC-USP/ UFSCar) – Brasil.

Akemi Ino. Profa. Dra. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil.

Ioshiaqui Shimbo. Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil – UFSCar – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil

OPTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE CONSTRUÇÃO EM TERRA COM RECURSO A BIO-POLÍMEROS

Rute Eires, Aires Camões e Said Jalali
Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil,
Campus de Azurém, 4800-058, Portugal
Tel: (+351) 253 510 200; E-mail: rute@civil.uminho.pt

Tema 3: Técnicas, construção, pesquisa e desenvolvimento
Palavras-Chave: Arquitectura em terra, taipa, B.T.C., bio-polímeros.

Resumo
Um dos principais problemas da construção em terra consiste no seu débil desempenho quando em contacto com a água. Se não forem tomadas medidas de protecção, a acção da água pode originar desgaste na camada superficial, decréscimo da resistência mecânica e pode, mesmo, levar à desagregação do material. Por outro lado, a capacidade da terra ser um material permeável ao vapor de água é uma mais-valia que deverá ser assegurada e mantida a fim de manter a salubridade e conforto do espaço habitável. Por esta razão, deve-se ter um especial cuidado na selecção dos materiais a incorporar na construção em terra de modo a não originar uma impermeabilização excessiva. Outra preocupação a ter em consideração resulta da necessidade de evitar o possível aparecimento de fungos na superfície das paredes ao utilizar determinados compostos orgânicos.

Existem várias formas para contornar esta problemática, seja recorrendo a meios físicos, através de soluções arquitectónicas que minimizem o contacto com a água das chuvas, ou pela utilização de um revestimento, seja por recurso a uma acção físico-química mediante a adição de materiais que melhorem a estabilização e coesão do solo evitando a sua desagregação. Para minimizar este factor, desde a antiguidade tem-se vindo a utilizar diferentes aditivos na construção em terra bem como revestimentos, argamassas ou pinturas à base de terra ou argila. Recentemente os investigadores têm-se debruçado sobre este tema, estudando diferentes adições, sempre com a preocupação de recuperar esse conhecimento antigo e associá-lo aos conhecimentos actuais.

O objectivo deste estudo é a análise e comparação do efeito de diversos biopolímeros perante a presença de água, seja pela influência na capacidade de absorção de água, seja pela estabilização do material, proporcionando um melhor comportamento mecânico quando este se encontra em presença de água. Pretende-se, de igual modo, responder aos requisitos exigíveis a este tipo de material, por vezes aparentemente contraditórios como a impermeabilidade à água e permeabilidade ao vapor de água, prevenir o aparecimento de fungos e verificar a sua exequibilidade na prática construtiva.

1. OS BIO-POLÍMEROS

Polímeros são macromoléculas ou moléculas orgânicas de elevada massa molecular relativa com unidades de repetição, unidades estruturais menores (os monómeros). Compostos ou moléculas orgânicas são as substâncias que contêm na sua estrutura carbono e hidrogénio. As proteínas, os polissacarídeos, os carbohidratos e os ácidos nucleicos são exemplos de polímeros orgânicos. Porem, estes compostos podem ser de origem natural ou artificial, de origem biológica (vegetal ou animal) ou mineral. Deste modo, podemos referir que os bio-polímeros são polímeros orgânicos de origem natural e biológica.

A incorporação de bio-polímeros, na construção em terra, realiza-se desde longa data e estes eram utilizados, sobretudo, no sentido de melhorar o comportamento da terra face à água, existindo inúmeros exemplos de bio-polímeros que têm vindo a ser adicionados como estabilizantes na construção em terra. Existem os de origem

vegetal, como as farinhas, amidos, gomas de cactos, óleos, ceras e resinas de plantas, e os de origem animal, como as gorduras animais, o soro de leite ou caseína, a clara de ovo, o sangue, os excrementos e a urina.

Um conhecido exemplo de utilização de bio-polímeros na antiguidade consiste no uso de *nopal* pelos povos pré-colombianos, como os Astecas, nas construções à base de terra. *Nopal*, *Nopalea coccinellifera* ou *Cactus cochenilliferus* ou *figueira-da-índia* são nomes dados a um cacto comum do México. O *nopal* ainda hoje é utilizado para protecção face à chuva, para permitir a inclusão de outros materiais de decoração nas paredes em terra, para o fabrico de tintas à base de cal, como impermeabilizante e, também, como aglutinante para o betão (Consejo de Promocion de Nopal y Tuna, 2009).

Os bio-polímeros podem ter diversos efeitos na argila que constitui o solo: efeito dispersante, permitindo uma redução da quantidade de água para se obter a mesma viscosidade, através de moléculas de pequeno tamanho e forte densidade de carga superficial, como por exemplo, celulose, amido ou ácidos orgânicos; o efeito de re-ligar as partículas de argila através de moléculas de cadeias longas de pouca carga superficial como a celulose, o amido, a caseína e as gomas e o efeito hidrofóbico (repelente de água) através de moléculas anfifílicas (possuem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica), como as gorduras, os óleos, as ceras e a albumina presente no leite e na clara de ovo (Fontaine, 2009, p.475-478). Em simultâneo, nestes compostos, verifica-se, ainda, o efeito de controlo de humidade e absorção de água através de moléculas de comportamento higroscópico, ou seja que absorvem água e humidade. Pode-se constatar que o principal efeito em termos reológicos é a capacidade que os bio-polímeros têm de alterar as cargas electrostáticas das placas de argila, que as mantém ligadas (*face to face*) (figura 1), originando a sua dispersão e atracção do *tipo face to edge,* podendo originar floculação (figura 2) (Fontaine, 2009, p.475-478 e Hamer, 2004).

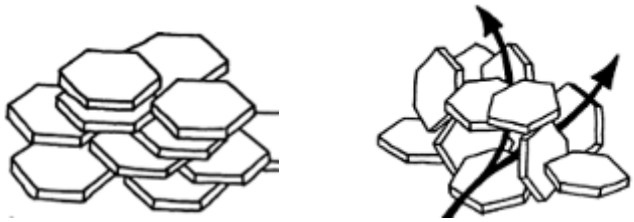


Fig.1 – placas de argila, disposição *face to face*; Fig.2 - placas de argila, disposição *face to edge* (Créditos: Hamer, 2004).

2. O EFEITO DE BIOPOLíMEROS EM SOLO ARENOSO

Neste estudo, foi testado em laboratório o efeito de três bio-polímeros: amido, óleo de linhaça e glicerol de origem vegetal.

O amido consiste na mistura de dois polissacarídeos, amilose (moléculas de cadeias longas) e amilopectina (moléculas de cadeias curtas), que são polímeros de glicose (Almeida, 2007, p. 8-10). Pela sua composição o amido tem dois efeitos nas moléculas de argila: a amilopectina actua como dispersante, permitindo uma redução da quantidade de água para se obter a mesma viscosidade; por outro lado, a amilose tem a capacidade de re-ligar as partículas de argila.

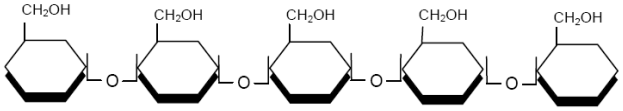


Fig.3 – Macromolécula de amido com n moléculas de glicose (Créditos: Almeida, 2007).

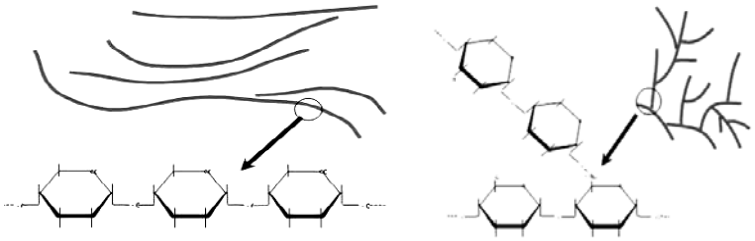


Fig.4 – Molécula de Amilose; Fig.4 – Molécula de amilopectina (Créditos: Almeida, 2007).

O óleo de linhaça é um ácido graxo, conhecido como ácido linoleico, cujas moléculas possuem uma cadeia longa. Deste modo, este óleo, além da sua propriedade de repelente da água, tem a função de re-ligar as partículas da argila, característica dos óleos em geral que possuem moléculas com uma parte hidrófoba na sua constituição.

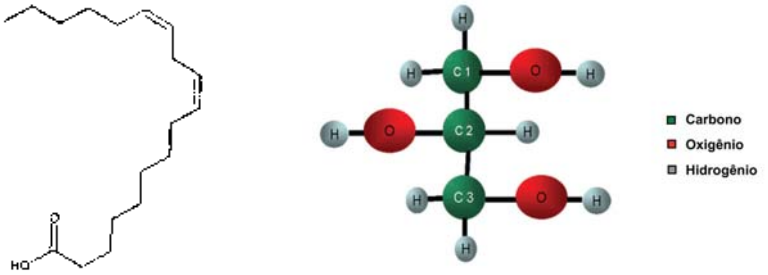


Fig.5 – Molécula de ácido linoleico (Créditos: www.3dchem.com); Fig.6 – molécula de glicerol (Créditos: Arruda, 2007).

O glicerol é um poliálcool, de fórmula estrutural apresentada na figura 6, é um produto higroscópico, não tóxico, viscoso, sem cor e odor produzido a partir de gorduras de origem animal ou vegetal. O termo glicerina é utilizado para compostos com 95% ou mais de glicerol (Arruda, 2007 p. 56-57).

Tradicionalmente, o glicerol era um subproduto da produção de sabão, contudo, esta produção tem diminuído. Por outro lado, o processamento de gorduras vegetais tem aumentado com a produção de biodiesel. Deste modo, o glicerol tem sido obtido por este processo, sendo, por isso, um subproduto cuja produção tem vindo a aumentar.

Sendo o glicerol uma substância higroscópica, a particularidade de reter água pode ser benéfica nas argilas, na medida em que será possível reter água quando esta começa a ser absorvida, demorando mais tempo o processo de absorção através de uma parede. Além disso permite o controlo da humidade do ar, devido à sua capacidade de absorção de vapor de água.

Para este estudo foram utilizados glicerol de origem vegetal com 99% de pureza, amido e óleo de linhaça comercial.

Para que fossem mantidas as melhores condições de neutralidade do solo, para uma avaliação mais precisa do efeito dos bio-polímeros, foi preparado um solo arenoso em laboratório com 80% de areia e 20% de caulino, garantindo assim a ausência de matéria orgânica.

Prepararam-se provetes cilíndricos de 30 mm de diâmetro e 40 mm de altura, prensados em prensa hidráulica manual, de solo simples e solo com cada um dos aditivos nas seguintes percentagens em relação à massa de solo: 0.4 % de amido; 1.0 % de óleo de linhaça e 1.0 % de glicerol. Procurou-se adicionar uma dosagem reduzida de bio-polímeros por razões económicas, tendo-se recorrido a uma quantidade de amido ainda menor que a dos restantes com base em estudos

anteriormente realizados (Eires, 2009). Estes foram mantidos em laboratório, submetidos à temperatura e humidade ambiente.
Posteriormente, realizaram-se os seguintes ensaios: ensaio de resistência à compressão simples, para uma avaliação das resistências mecânicas; resistência à compressão em estado saturado, atingido por absorção por capilaridade de 24 horas, para avaliação da perda de resistência; ensaio de absorção por capilaridade e ensaio de secagem para avaliação do comportamento face à presença de água.

O ensaio de absorção foi realizado através da colocação dos provetes cilíndricos em estufa a 40 ºC, até estabilizar a sua humidade. Em seguida, durante 24 horas, os provetes foram sujeitos a absorção de água por capilaridade segundo o esquema representado na figura 7, sendo efectuadas pesagens em intervalos de tempo crescentes.

No ensaio de secagem procedeu-se à secagem dos provetes, colocando-os em estufa a 40 ºC durante um período de 8 horas, sendo também efectuadas pesagens em intervalos de tempo crescentes.

Realizou-se ainda um estudo de microscopia electrónica das misturas com melhores resultados no ensaio de absorção, à excepção da amostra com aditivo aglutinante.



Fig.7 – Esquema de ensaio de absorção de água por capilaridade (Créditos: Rute Eires, 2009).

Mediante a análise dos resultados dos ensaios de compressão simples e compressão após saturação (figura 8), verifica-se que a incorporação de óleo de linhaça na mistura incrementa significativamente a resistência. A introdução de glicerol melhora ligeiramente as resistências e o amido diminui ligeiramente a resistência à compressão simples, embora tenha tido um ligeiro aumento quando as amostras se encontravam saturadas.

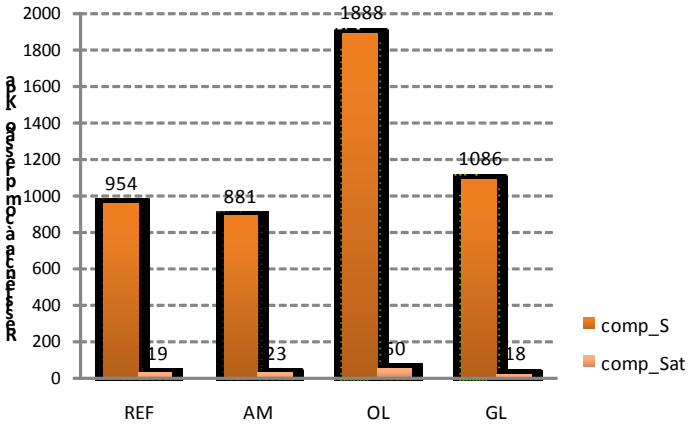
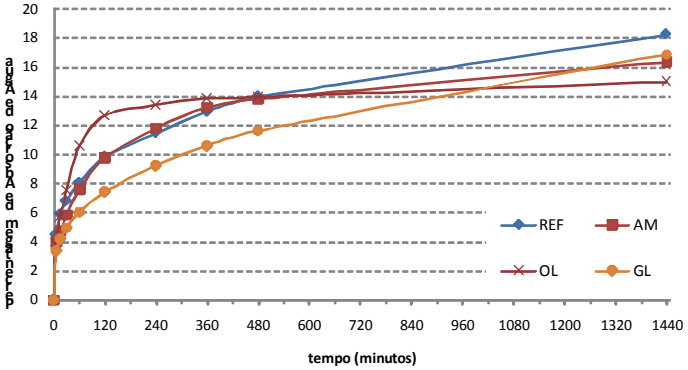


Fig.8 – Resistência à compressão, estado seco e saturado, com 14 dias de cura (Créditos: Rute Eires, 2009).

Os resultados de absorção de água por capilaridade (figura 9) mostram que a incorporação de glicerol (GL) resulta no melhor comportamento face à absorção de água durante mais horas, ≈14 horas, tem a menor absorção. Contudo o óleo de linhaça (OL) mostra uma menor absorção a longo prazo, após 6 horas o nível de

absorção começa a estabilizar. O solo com amido (AM) apresentou um comportamento semelhante ao solo simples (REF) durante as primeiras 8 horas, mas depois o seu comportamento convergiu para próximo do glicerol às 24horas.

Quanto ao ensaio de secagem dos provetes a 40ºC (figura 10), durante a secagem verifica-se que com o glicerol (GL), pela sua higroscópicidade, o solo tem uma menor perda de água em relação ao solo simples a partir de 2 horas de secagem. O Amido (AM) tem maior perda de água até às 6 horas, mas às 8 horas atinge o mesmo valor do solo simples (REF). Já o solo com óleo de linhaça (OL), mais hibrofobo, tem a maior perda de água em relação ao solo simples durante as 8 horas.



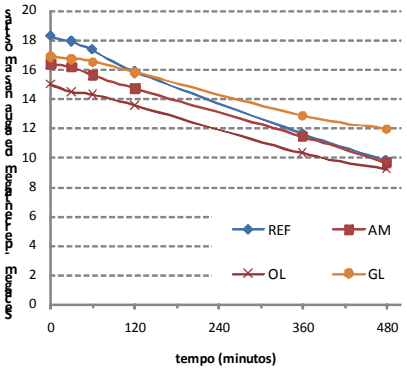


Fig.9 – Absorção de água por capilaridade; Fig.10 – Secagem (ensaios aos 14dias de cura) (Créditos: Rute Eires, 2009).

3. O EFEITO COMPLEMENTAR DE UM ADITIVO AGLUTINANTE

Preparam-se provetes cilíndricos idênticos aos anteriores, com as mesmas percentagens de solo simples, amido, óleo de linhaça e glicerol e adicionou-se a cada uma das misturas um aditivo aglutinante, na percentagem de 0.1% em relação à massa de solo.

A figura 11 mostra que a introdução do aglutinante no solo simples e no solo com amido originou um aumento significativo da resistência à compressão (Ad. e AM_Ad.). No entanto, as resistências decresceram nas misturas com óleo de linhaça e glicerol (OL_Ad. e GL_Ad.).

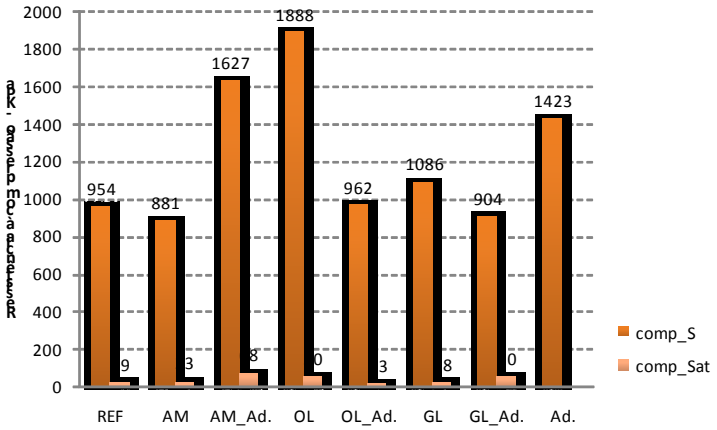
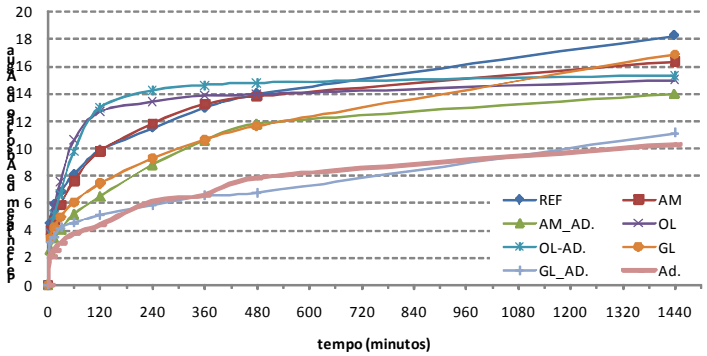


Fig.11 – Resistência à compressão, estado seco e saturado, com 14 dias de cura (Créditos: Rute Eires, 2009).

No ensaio de absorção de água por capilaridade (figura 12) verificou-se que a composição com melhor comportamento, ou seja com uma menor absorção de água, foi a do solo com o aditivo aglutinante (Ad.). Contudo, a mistura com glicerol e aditivo (GL_AD.) também teve um comportamento próximo. Das restantes misturas

destacam-se, em relação ao solo de referência, as composições com amido e aditivo (AM_AD.) e com glicerol (GL) com menor absorção, sobretudo nas primeiras horas.

Relativamente ao ensaio de secagem (figura 13), os resultados mostram que a composição com aditivo (Ad.) tem uma retenção de humidade menor do que as restantes composições.



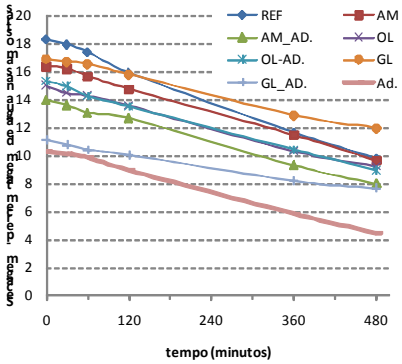


Fig.12 – Absorção de água por capilaridade; Fig.13 – Secagem (ensaios aos 14dias de cura) (Créditos: Rute Eires, 2009).

Por intermédio da análise dos resultados do estudo microscópico realizado, pode-se observar, no solo simples, alguma dispersão da argila (caulino), mas continua com a maioria das placas paralelas (*face to face*) (figura 15). Nas composições com amido (AM), amido com aditivo (AM_AD.), glicerol (GL) e glicerol com aditivo (GL_AD.) não se notam diferenças significativas entre estas, mas em relação ao solo simples nota-se o efeito *face to edge*.

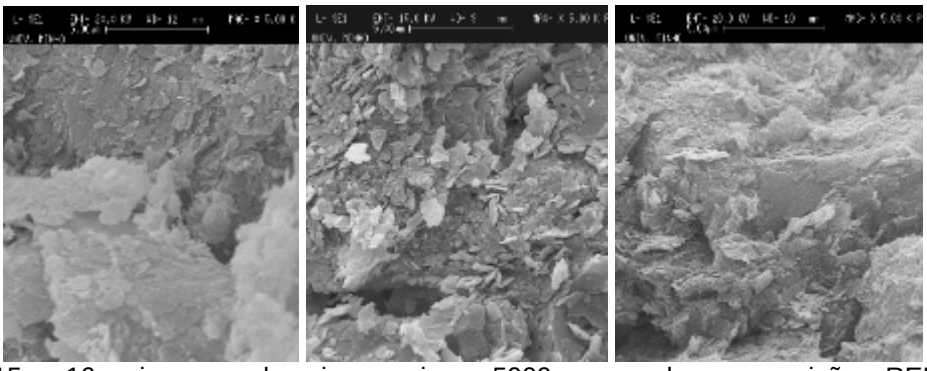


Fig.14, 15 e 16 – imagens de microscopia, a 5000 vezes, das composições REF; AM e AM_AD. respectivamente (Créditos: Rute Eires, 2009).

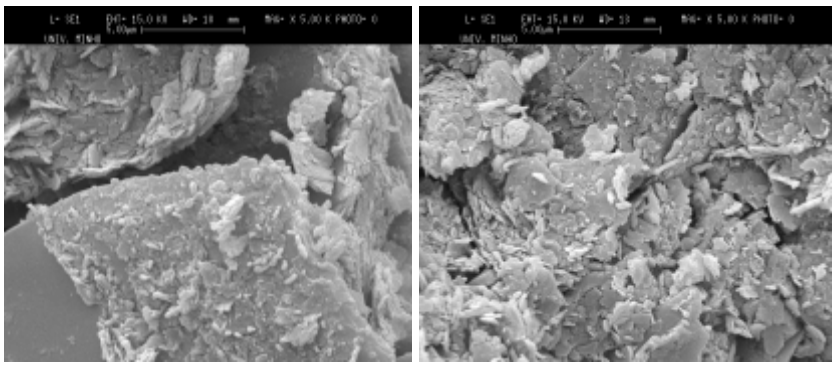


Fig.17 e 18 – imagens de microscopia, a 5000 vezes, das composições GL e GL_Ad. respectivamente (Créditos: Rute Eires, 2009).

3. O EFEITO COMPLEMENTAR DO CLORETO DE SÓDIO

O cloreto de sódio, ou sal comum, é utilizado actualmente como aditivo em argamassas e betões cimentícios, com o propósito de acelerar a presa ou o processo de cura dos mesmos (Komar, 1974). Este produto é, também, aplicado em solos para evitar a suspensão de partículas de pó nas estradas não pavimentadas, uma vez que, devido à alta capacidade higroscópica dos sais, mantêm o solo humedecido (Bastos, 2009).

Desde a antiguidade que o sal foi empregue como acelerador de presa em argamassas à base de cal, sendo referido o seu possível uso em argamassas na Sé Catedral de Évora (Adriano, 2006 p. 53). Por outro lado, é referido o efeito do sal na viscosidade da argila e na sua consolidação, consoante o pH do solo, existindo um efeito de ligação óptimo aquando da utilização de uma quantidade de sal reduzida, sobretudo em solos alcalinos (Anger, 2009 p. 395-396).

A fim de avaliar o efeito da adição de cloreto de sódio, foram preparadas misturas com 0,1%, 0,25% e 0,5% de NaCl em relação à massa de solo.

Na figura 19 observa-se que a resistência à compressão, em provetes secos e saturados, apresenta um aumento crescente com a adição de NaCl no ensaio aos sete dias (ver linhas de tendência Comp_S_7d e Comp_Sat_7d). Contudo, aos 14 dias apenas se verifica uma melhor resistência na composição com 0,1% no estado saturado. Deste modo, verifica-se que a longo prazo a adição de sal terá influência nas resistências mecânicas apenas em solo saturado, deixando de haver influência no estado seco.

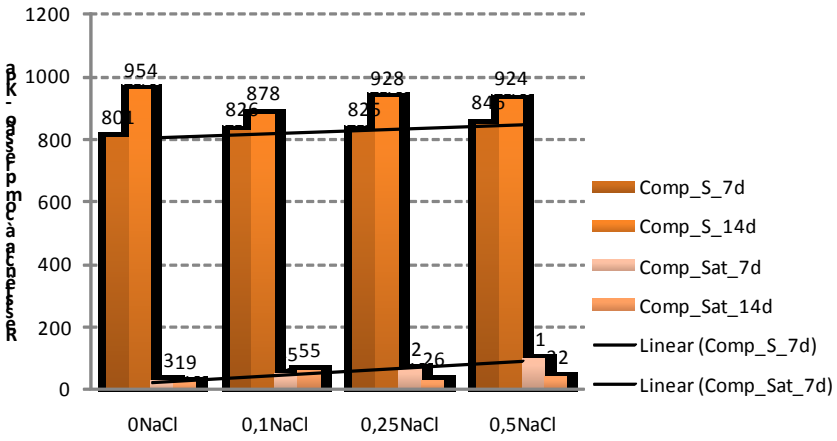


Fig.19 – Resistência à compressão, estado seco e saturado, com 7 e 14 dias de cura (Créditos: Rute Eires, 2009).

Em relação ao comportamento face à absorção de água, na figura 20, verifica-se um melhor comportamento face ao solo simples, ou seja uma menor absorção, nas composições com sal, sobretudo nas com 0,1% e 0,5% de NaCl (0,1NaCl e 0,5NaCl).

No ensaio de secagem confirma-se, ainda, o comportamento higroscópico do sal, uma vez que se verifica uma perda da água mais lenta das amostras com NaCl em comparação com o solo simples (0NaCl). Deve-se notar que o solo com 0,25% de NaCl retém mais humidade que as outras composições.

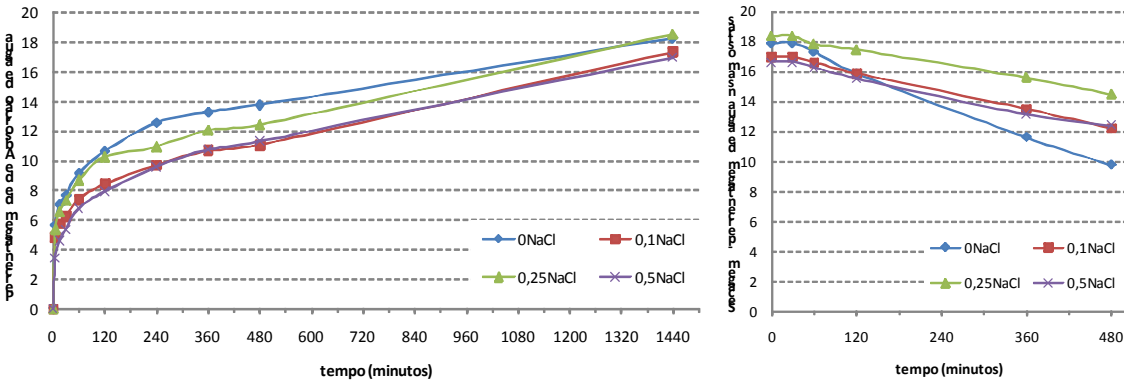


Fig.20 – Absorção de água por capilaridade; Fig.21 – Secagem a 40ºC (ensaios aos 14dias de cura) (Créditos: Rute Eires, 2009).

Posteriormente realizaram-se amostras com bio-polímeros, aditivo aglutinante e NaCl com as seguintes composições: uma com 0,4% de amido, 0,1% de aditivo e 0,1% de NaCl e outra com 1% de glicerol, 0,1% de aditivo e 0,1% de NaCl.

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a introdução de sal nas misturas com glicerol (GL_Ad._NaCl) incrementou a resistência à compressão da composição análoga, sem NaCl (GL_Ad.) (figura 23). Nas composições com amido (AM_Ad._NaCl) o efeito da adição de NaCl foi contrário, decrescendo a resistência à compressão face à composição análoga (AM_Ad.). Contudo, a resistência à compressão continuou a ser superior na composição com amido (figura 22).

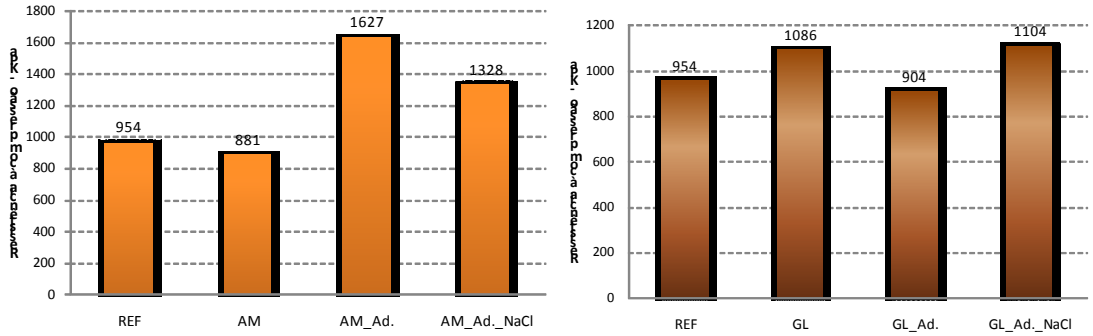


Fig.22 e 23 – Resistência à compressão, estado seco, com 14 dias de cura

Em relação à absorção de água, por observação da figura 24 constata-se que a adição de sal origina alguma redução de absorção de água (AM_Ad._NaCl), embora não seja uma diferença significativa em relação à mistura equivalente sem NaCl (AM_Ad.).

Os resultados de secagem (figura 25) mostram uma perda menor que a amostra de referencia.

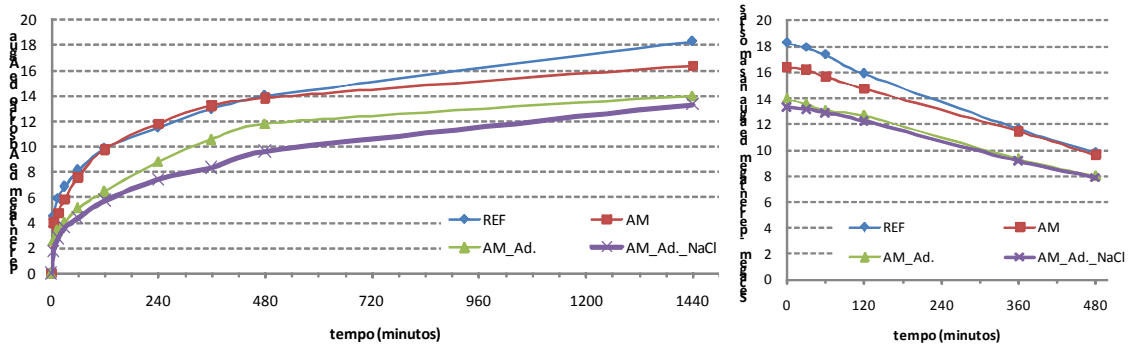


Fig.24 – Absorção de água por capilaridade; Fig.25 – Secagem (ensaios aos 14dias de cura) (Créditos: Rute Eires, 2009).

No que refere à adição de sal na mistura com glicerol (figura 26) verifica-se um comportamento análogo ao da mistura com amido, apresentando a mistura com sal (GL_Ad.NaCl) uma menor absorção de água em relação à mistura de glicerol com aditivo (GL_Ad.). Relativamente à secagem, a figura 27 mostra com NaCl uma ligeira redução da quantidade de água nas amostras em relação à amostra análoga.

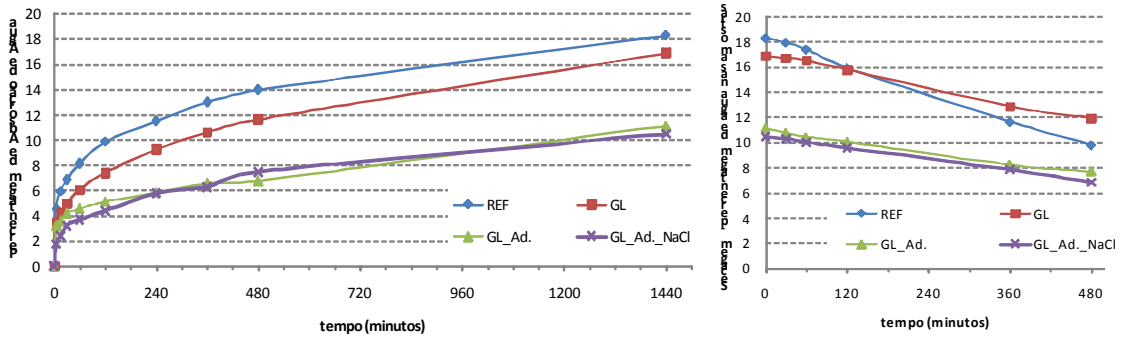


Fig.26 – Absorção de água por capilaridade; Fig.27 – Secagem (ensaios aos 14dias de cura) (Créditos: Rute Eires, 2009).

No que se refere ao estudo de microscopia electrónica, as figuras 28 a 31 mostram que as composições de solo com sal (0,1NaCL) e de amido com aditivo e sal (AM_Ad._NaCl) apresentam um maior efeito de floculação e efeito *face to edge* das placas de argila. Enquanto a composição com glicerol com aditivo e sal (GL_Ad._NaCl) apresenta uma dispersão maior das placas de argila, mas um menor efeito *face to edge*.

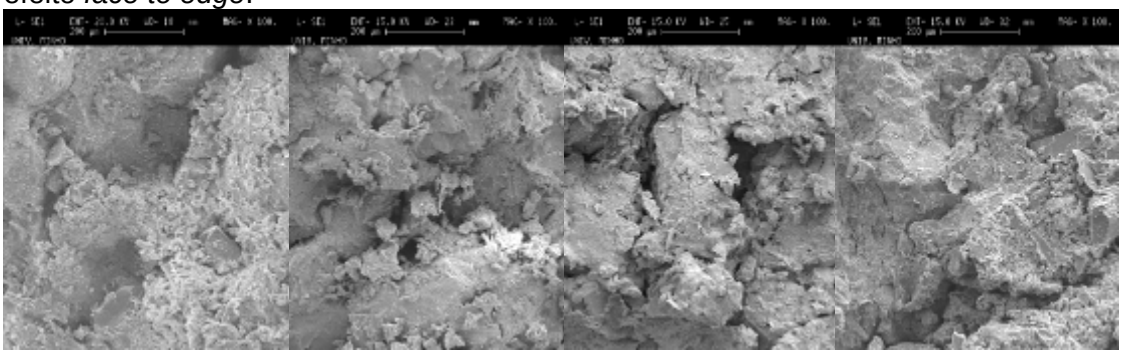


Fig.28, 29, 30 e 31 – imagens de microscopia, a 100 vezes, das composições REF; 0,1NaCl; AM_Ad._NaCl e GL_Ad._NaCl (da esquerda para direita) (Créditos: Rute Eires, 2009).

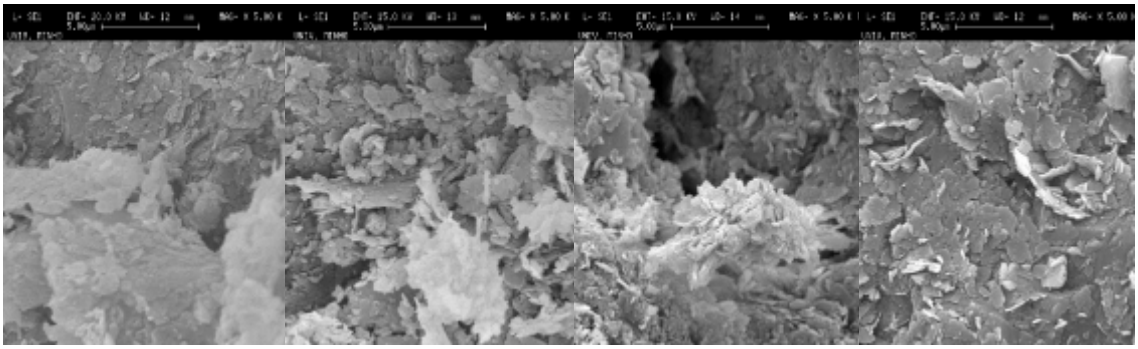


Fig.32, 33, 34 e 35 – imagens de microscopia, a 5000 vezes, das composições REF; 0,1NaCl; AM_Ad._NaCl e GL_Ad._NaCl (da esquerda para direita) (Créditos: Rute Eires, 2009).

4. CONCLUSÃO

Este estudo permitiu analisar o efeito dos bio-polímeros estudados, da adição de aglutinantes e da adição de cloreto de sódio. Com base nos resultados obtidos, constata-se que não há uma relação directa entre as resistências mecânicas e a absorção de água ou da secagem, verificando-se melhores resistências mecânicas

com a adição de óleo de linhaça. No entanto, o melhor efeito na redução da absorção de água obteve-se com o aditivo aglutinante e com glicerol.

Os ensaios de absorção de água e de secagem permitiram ainda retirar conclusões sobre a perda de água por evaporação das diferentes composições. Os resultados obtidos confirmaram o efeito higroscópico do glicerol e do sal, através da menor perda de água nas amostras durante a secagem. Verificando-se que as composições com maior perda de água foram as composições com aditivo aglutinante, com glicerol e aditivo e esta última com sal. Notando-se quer o aditivo ou o sal tem um efeito redutor da higroscopicidade nas misturas com glicerol.

Bibliografia

Ácido linoleico, www.3dchem.com (acedido em 30-09-2009).

Adriano, P.; Silva, A. Santos (2006), Caracterização de Argamassas Antigas da Igreja de Santa Maria de Évora - Sé Catedral de Évora, Relatório LNEC 59/06-NMM, pp 53.

Almeida, A. ; Pinheiro, A.; Alexandre, G.; Silva, G.; Carneiro, R. e Melo, P. (2007), Influência da viscosidade no amido/cola no processo de fabricação de papel e papelão ondulado. FATEB – Faculdade de Telêmaco Borba - PR, pp. 8-10.

Anger, R.; Fontaine,L. e Houben, H., (2009), Influence de la teneur en sele et du ph sur la plasticite du materiau terre. Mediterra 2009, *1ª Conferenza Mediterranea sull´ Architettura in Terra Cruda*, Edicom Edizioni, pp. 391-397.

Arruda, P.; Rodrigues, R. e Felipe, M. (2007), Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. Revista Analytica, Dezembro 2006/Janeiro 2007, Nº26, pp 56-62.

Bastos, C. Estabilização de solos, Mecânica dos Solos, DMC/FURG, http://www.dmc.furg.br/geotecnia/mecsolos (acedido em 30-09-2009).

Consejo de Promocion de Nopal y Tuna, Usos y Aplicaciones del Nopal. Disponível em http://www.cpnt.org.mx (acedido em 15-09-2009).

Eires, R.; Camões, A. e Jalali, S. Compressed earth blocks Using metakaolin and lime with antifungicide additions Mediterra 2009, *1ª Conferenza Mediterranea sull´ Architettura in Terra Cruda*, Edicom Edizioni, pp.

Fontaine, L.; Anger, R.; Houben, H. (2009), Quelques mecanismes de stabilisation du materiau terre de l aterre stabilisee aux composites argiles – biopolymeres, Mediterra 2009, *1ª Conferenza Mediterranea sull´ Architettura in Terra Cruda*, Edicom Edizioni, pp. 475-478.

Hamer, F. e Hamer, J. (2004) The Potter's Dictionary of Materials and Techniques, Univ. of Pennsylvania Pr.

Komar, A. (1974), Building Materials and Components. Mir Publichers Moscow.

Curriculum

Rute Eires, Arquitecta, (UM, 2003). Mestre em Materiais e Reabilitação da Construção na área dos Materiais Sustentáveis (UM, 2006). Doutoranda em Materiais de Construção no Departamento de Engenharia Civil (UM desde 2008).

Aires Camões, Doutorado em Engenharia Civil, Professor Auxiliar do grupo de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho.

Saíd Jalali, Doutorado em Engenharia Civil, Professor Catedrático do grupo de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho.

VOCATIONAL TRAINING FOR CLAY PLASTER IN EUROPE : A GROWING NETWORK AND PEDAGOGICAL AND ADMINITRATIVE TOOLS TO HELP DISSEMINATION OF COMPETENCE AND RECOGNITION OF LEARNING OUTCOMES

Lydie Didier
AsTerre
85 route de Pommaret
38 490 Charancieu, France
Tel. +33 (0)4 76 32 00 53
E-mail: lm.didier@wanadoo.fr

Alexandre Douline
Craterre-ENSAG, France
BP 2636
38 036 Grenoble Cedex 2, France
Tel. +33 (0)4 76 69 83 35
E-mail: alexandre.douline@free.fr

Uta Herz
FAL-eV,
Am Bahnhof 2
19395 Ganzlin, Germany
Tel. +49 (0)30 41 71 66 01, Fax FAL e.V. +49 (0) 38 737 20 117
E-mail: utaherz@t-online.de

Burkard Rüger
LBK Berlin-Brandenburg e.V.
14 169 Berlin, Germany
E-mail: burkard.rueger@arcor.de

Theme 3: Techniques, Construction, Research and Development
Key words: Vocational training, clay plaster, ECVET and EQF.

Abstract
There is a growing need for training trainers, so as to guarantee the quality not only of the training, but also of the earthbuilding construction activities resulting from it in Europe. Clay plaster courses act as a catalysator, opening the doors for other earth building techniques. The ultimate goal is to introduce earthbuilding techniques into initial vocational qualifications.
The present paper addresses (a) the network of trainers and of training centres, that developed out of successive partnerships during several European projects and (b) the tools elaborated within these projects.
The Leonardo da Vinci EU-project “Clay Plaster”, from 2002 to 2005, produced a complete pedagogical tool, available in six languages. These files, available on CD-Rom, have since been used in many different learning contexts across Europe. Since 2006, training courses for trainers bring together twice a year teachers and multiplicators across Europe, thanks to individual grants from the Grundtvig progamme.
Since 2005, several smaller projects like “European Earthbuilder” and “Lehmbau Mobil” allowed to deepen the relations between the partners, to transfer the teaching materials into three more East European countries, and to exchange trainers and trainees.
From 2007 to 2009 a follow up project “LearnWithClay” designed ECVET units for learning outcomes in the clay plaster sector. The outcomes of this project are european wide transparent and comparable certificats in earthbuilding, following the recommendations of the « European credit system for vocational education and training » (ECVET). The project designed six units : (1) Preparing clay plaster ; (2) Application of clay plaster ; (3) Surface treatments, maintenance and repair of clay plasters ; (4) Interior design with clay plaster ; (5) Decorative elements with clay plaster ; (6) The clay plaster market.

Each unit can be assessed at different levels, according to the « European Qualification Framework » (EQF). Training centres across Europe are offering selected units on different levels. The six units of level 4 give you a certificate by a German crafts chamber. This qualification is accessible to experienced crafts people across Europe who can provide evidence of appropriate learning outcomes, skills and understanding.

1. INTRODUCTION

Earth as building material is absent from almost all vocational qualifications for craftspeople, architects or engineers in Europe. Nevertheless, the conditions are now rather in favour for a change because of growing demand for healthy buildings and sustainability.

Earth building techniques have became popular during the last 5 years by short, 2 to 5 days clay plaster courses, related more or less closely to the formal continuous vocational training programmes. There is a growing need for training trainers, so as to guarantee the quality not only of the training, but also of the construction activities resulting from it. Clay plaster courses act as a catalysator, opening the doors for other earth building techniques.

The creation of common teaching materials and of a common competence matrix for clay plaster is a first step towards the recognition of earth as a building material and as a learning objective.

2. CONTINUING VOCATIONAL TRAINING IN CLAY PLASTERING AND DESIGN

2.1 Earth construction and clay plaster in Europe

Earth and clay are natural construction materials and have been central to European building techniques for millennia. Clay plasters like earth building, have a long tradition in Europe, the many properties of which include durability and humidity regulation, so creating safe and healthy internal environments (Eckermann *et al*., 2007).

Clay is readily and often locally available, is low in embodied energy and in carbon footprint, as there is no firing process involved, and provides excellent thermal mass. Clay plasters are therefore becoming the material of choice in zero carbon, healthy, solar passive and energy efficient modern construction design (Schweder, 2008b).

Wall finishing products can usually be sourced locally, ready for testing and mixing to create the optimum construction material or plaster. Additionally, a growing range of ready-to-use products are available on the market where a whole new business sector for the use of low impact earth in building is emerging (Schweder 2009). However, there is a shortage of trained craftspeople to exploit these opportunites because to date there has been very little professional training and no accreditation (Schweder, 2008a).

2.2 The first clay plaster project

The first european project, supported as a pilot project by the european commission within the lifelong learning programme Leonardo Da Vinci and named “clay plaster”, was initiated by the FAL-e.V. association in 2002 (Herz, 2008). It called upon the expertise of professional clay plaster practitioners across Europe to make this knowledge base readily available to practitioners within construction – from the hands-on self-build market through to mainstream contractors where machine application and silo storage is available.

A complete pedagogical tool was developed jointly by 14 partners from six European countries with each partner country working towards a recognised national qualification. The course materials, include session plans, info sheets, exercise sheets and backgroud texts on more than 500 pages, as well as more than 500 pictures. It is available on CD-ROM in English, Bulgarian, German, French, Greek, and Polish. Translation into Czech, Slovak, and Slovene is planned for 2010 (fig. 1, CD-Rom). The curricula is divided into three modules completing 46 sessions (Herz 2009a). The courses based on this materiel provide practical and theoretical instruction in clay

plastering types, teach design techniques, and also provide an insight into effective marketing strategies. The learning methods used are interactive, based on site specific activities, and integrate practical, hands-on exercises with theoretical backup.



Fig. 1 - CD-Rom “Clay Plaster”, containing the course materials, exists in 9 languages (credits: www.earthbuilding.eu).

In Germany, the training has been certificated as by the Craft Chamber of Trade in Schwerin. It has been offered since 2005 by the European School for Earth Construction of the FAL e.V, as a 200 hours course “Clay Plastering & Design”, a continuous vocational training aimed at craftspeople from the construction sector, including plasterers, painters and decorators, interior designers, teachers and technicians. This training and the training “Building Expert in Earth Building” (Fachkraft im Lehmbau), which has been developed by Dachverband Lehm (the german umbrella organisation for earth building) are today’s only officially recognised specific training opportunities for earth builders in Europe (Schröder et al., 2008).
Beside in the official courses, these teaching materials have in the meantime been put to use in a number of European countries in a wide variety of contexts, in formal or informal learning environments, e.g. learning on building sites, in short training courses or in vocational schools et cetera (Didier and Herz, 2008). In these contexts the learning outcomes however are not assessed and trainees have no valid paper to proof their learning achievements and cannot use those in individual carrier planning.

2.2 Working and Networking within Europe

In Germany and France, teachers of earth construction are able to attend courses on the content and methodology of the clay plaster training. After several trainer courses, enhanced by individual Grundtvig grants, a network is born, linking specialists, teachers and multiplicators from over 15 european countries, from Finland to Italy, from Ireland to Slovakia (Herz, 2009b).
Additionnaly, two small Leonardo da Vinci mobility projects allowed us to deepen the relationships between training centres and enlarge the network :

- During the “European Earthbuilder“ project (2004), trainers from Germany, France, Denmark, Bulgaria, Czech Republic and Hungary exchanged their experiences both in pedagogical methods and in technical experiences.
- During the “Lehmbau mobil“ project (2008), trainees from Germany undergo in three different flows a three-week practical residential course with one of the French partners.

All these flows and exchanges created links between our associations, companies and training centres, going largely beyond the initial partnership. The transfer of knowledge concerning building techniques as well as teaching is very active. As a result, a website

was initiated : www.earthbuilding.eu

3. LEARN WITH CLAY : EUROPEAN WIDE TRANSPARENT AND COMPARABLE CERTIFICATS IN EARTH BUILDING

3.1 An ECVET system in the earth building sector

From 2007 to 2009 a follow up project “LearnWithClay” designed common transparent standards for learning outcomes (Herz and Rowan, 2009). Following the recommendations of the “European credit system for vocational education and training“ (ECVET) (European Parliament, 2009), the project designed six units which correlate to the existing qualification “Clay Plastering & Design” as developed within the first european project :

unit 1 - Preparing clay plaster
unit 2 - Application of clay plaster
unit 3 - Surface treatments, maintenance and repair of clay plasters
unit 4 - Interior design with clay plaster
unit 5 - Decorative elements with clay plaster
unit 6 - The clay plaster market

The units, as smallest coherent parts of a qualification, are identified in relation to knowledge, skills and competence (Fig. 2, Unit 4 level 4). Each unit can be assessed at different levels, according to the “European Qualification Framework“ (EQF) (European commission, 2008). Therefore, every unit is accomponied by a criteria and indicators for its evaluation at different levels (Fig. 3, Unit 4 level 4 criteria). Training centres across Europe are offering selected units on different levels.

Central to the ECVET system is the desire to enhance mobility of learners throughout Europe, and to easily fit within the existing qualification framework of each country. Thanks to the ECVET units, competence is clearly documented and comparable, thus making certification transparent (Schweder and Herz, 2009). Enhanced mobility means that if a learner or pracititioner goes abroad they can come back with a qualification that is recognised within their normal learning context, or trainining school or qualification system. Such a system is designed to run in parallel to what already happens at graduate level. A barrier to the development of this at the vocational level is that vocational training systems are much more diverse across Europe than are the university systems, so it is more difficult to do vocational training within different european countries than is mobility at graduate level. Additionally, mobility will not be an option if you have to go abroad to learn an entire subject – very few people will go to another country for three years, whereas if a subject is broken down into smaller parts, mobility is more achievable. Thus, the units make the learning process more accessible to more people and facilitate lifelong learning. Real examples of european learning pathways in earthbuilding have been collected to encourage young people to go aboard (LearnWithClay, 2009).

3.2 The LearnWithClay certificats

A certificate for a unit will be delivered after having done a test, with practical assessment and written and oral exam. The chronology by which you get the certificats of one level is not important. The training institutions may give recommendations about a logical sequence, possibilities of combination, desirable prerequisites. Six units of level 4 give you a certificate by the German chamber of craft in Schwerin.

A particularity of the units is that they describe learning outcomes independently to how these learning outcomes have been achieved : it is not important whether they are the result of a formal course or of building site experience for example. Nor is the time important it took a person to achieve a certain level of skill and competence.

This system is the final aim of the earthbuilding ECVET. But today, it is only the beginning of it. The partners have to further develop a strategy for certification of the ECVET units together with the relevant bodies on national levels, to make the

individual assessment of the units possible.



Application of Clay Plaster

ECVET Unit n° 2

Qualification: Clay Plastering and Design
(Chamber of Crafts, Germany)

Level 4

Credit: 20%

Knowledge

- Different kinds of surfaces to be plastered
- Properties and criteria for assessment of the back ground: roughness; absorption capacity; stability; homogeneity; rigidity
- Areas of use for clay plaster; particular considerations for areas of high humidity and for exterior clay plaster
- Structural characteristics of the plaster - thickness, function, number of layers and reinforcing mesh
- The main methods of bonding layers
- Technical details for fixing services and furniture
- Technical details for finishing internal and external corners, second fix carpentry, openings and ceiling and floor joints
- Finished plaster quality to achieve the required standard for the particular conditions of use
- Wind and air tightness of plasters and joints
- Surface finishes and how to create them
- Suppliers
- Preparing the background and applying clay plaster:
  - Current legislative workplace requirements
  - Relevant codes of practice and current standards for quality of work and materials
  - Tools, machinery and equipment
  - The order of work
  - Safe and healthy working practices

Skills

- Carry out the background preparation
- Protect adjoining surfaces
- Prepare all fixing points for services and furniture
- Apply all shaping preparation for joints, corners, openings
- Apply the plaster and produce a flat surface
- Produce straight and rounded edges, finish internal and external corners, openings and joints
- Apply reinforcing mesh
- Apply at appropriate intervals key coat, base and finish coats and achieve the desired finished plaster quality
- Design and execute different surface finishes and textures

- Select, calculate and source materials
- Select and use appropriate tools, machinery and equipment to prepare the background and apply different layers including the final surface finish
- Organise the building site

  Comply with current legislation, official guidance and workplace safety requirements at all times

Competence

- Assess the characteristics of the background and make an appropriate choice of bonding layer and an appropriate choice of plaster structure (the mix, number of layers, thickness of layers, reinforcements)
- Plan and organise all the steps involved from preparation of the background through to the finish for usual and predictable building sites
- Control the quality of the work throughout preparation, application and the finish
- Supervise and co-ordinate the plastering process from preparation through to the finish
- Input into decision making process for the plaster work including choice of final finish
- Advise on plaster structure, application and finish

www.earthbuilding.eu

Fig. 2 - Unit 2, Application of clay plaster. Knowledge, skills and competence according to the level 4 of the EQF (credits: www.earthbuilding.eu).



Application of Clay Plaster

ECVET Unit n° 2

Level 4

Criteria for the Evaluation of Skills

Criteria	Indicators
Suitability of the plaster	• The surface is sound (hard, not dusty or sandy, resistant to damage) for the particular conditions of use • The surface has no cracks • The plaster adheres firmly to the background • The layers are well bonded
Quality of the surface	• The surface flatness is according to the specifications • The surface is homogenous • The finish accords with the specifications
Quality of detailing	• The joints are neat where plaster meets a different material. A straight and neat separation line is executed at junctions with flexible building elements. • The corners are straight and their degree of curvature conforms to the specifications • Pipes and conduit are properly fixed within the plaster leaving no visible trace
Plaster Structure	• The mix and thickness of the different plaster layers conform to the specifications • The drying time between the different layers is sufficient • The reinforcing mesh is entirely embedded in the plaster layer
Preparations	• The adjoining surfaces are protected • If necessary the background has been cleaned; moistened and keyed • If a background key has been applied, it has been applied correctly

Ensure that standards of work and materials comply with relevant codes of practice and to current standards.

www.earthbuilding.eu

Fig. 3 - Unit 2, Application of clay plaster. Criteria for the evaluation of skills according to the level 4 of the EQF (credits: www.earthbuilding.eu).

3.3 A memorandum of understanding within the LearnWithClay partnership

The LearnWithClay Partnership came to an agreement, in the form of a Memorandum of Understanding, to adopt this system of evaluation and and of certificats. Each training center that signed the memorandum recognizes the certificats delivered by the other partners. The partners agreed on the methods for assessing and documenting the learning outcomes. All the important papers necessary for the mobility (contacts, agreements on assurance and documents to run an exchange) as well as the detailled description of the units (knowledge, skills and competence on different levels, criteria and indicators for assessment, evaluation sheets, blank certificates) are assembled in a manual (72 pages, to be published in English, French, German and Bulgarian, and to be downloaded from www.earthbuilding.eu).

The LearnWithClay partnership started with ten members from four countries. They agreed on a test period of two years, after which they will assess the good functionning of the ECVET. New partners will be welcome, as long as they accept the contract conditions of the memorandum.

4. CONCLUSION

“LearnWithClay” is seen as a contribution towards the creation of a European training environment for promoting mobility and lifelong learning. The ECVET System worked out offers a system of units of learning outcomes, which can be related to all types of courses and target groups. The training materials are already being widely used within the Earth Building sector in Europe and are starting to enter the vocational training system. However there is still a long way to go for earth being accepted as a building material amongst others within the official curricula. The design of a common European competence matrix for clay plaster is only a first step towards the recognition of earth as a building material and as a learning objective.

An opportunity for the elaboration of qualification units is the fact that new training programms are being created today, to respond to the urgent question of sustainable building. There is no need for an entirely new diploma concerning earth building only, but as a matter of fact, modules concerning different earth building techniques are part of many of the new training offers. Thus, a standard on clay plaster learning outcomes, developped by a european group of experts can be easily integrated into new national or european certifications.

This project recognises the value both of the the older apprenticeship systems and the european tradition of craft journeymen and women, whilst linking these with the requirements of the modern world.

With ECVET and EQF the European Union has created instruments which represent professional qualifications in Europe in a comparative and transparent manner, and so simplify international mobility and life-long learning opportunities for learners and practitioners across Europe. This is an opportunity to

- Make it possible for young people across Europe to learn earth construction techniques with our European partners.
- Make it possible for building specialists to learn and gain professional qualifications through practical training on earth construction sites at home and abroad.
- Create opportunities for those interested in clay work on any level to get training and qualifications through practical experience in workshops and through on-site work at home and abroad.
- Improve the professional opportunities for migrant workers in the earth construction sector across Europe.
- Create a European wide certification and Training system implemented and recognised by each country.
- Promote a European-wide exchange of skills and networking in clay construction.

The members of the LearnWithClay partnership are looking foreward to an extension of their circle to southern Europe and a translation of the training material and the units

into italian, spanish and portugeese, the latter allowing the system to cross the Atlantic ocean where partners of the earthbuilding network are already waiting.

Bibliography

Didier, L. and Herz, U. (2008*). Analysis of the results of the Leonardo Project "Clay Plaster".* In the LearnWithClay manual and available http://www.lernpunktlehm.de

Eckermann, W., Röhlen, U., Ziegert, C. (2007). *Auswirkung von Lehmbaustoffen auf die Raumluftfeuchte*. Venzmer, H. Europäischer Sanierungskalender 2008, Beuth-Verlag, Berlin, 24 p.

European Commission (2008). *The european qualifications framework for lifelong learning (EQF).* Brochure of the Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 15 pp. Available at : http://bookshop.europa.eu/ eubookshop/ (No. NC-30-08-268-EN-C) and at http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_en.htm

European Parliament (2009). Recommendation of the european parliament and of the council on the establishment of a european credit system for vocational education and training (ECVET). Document number PE-CO S 3747/08. 22 pp. Available at : http://www.ulb.ac.be/unica/docs/recommendation_on_ECVET_12may-en08.pdf

Herz, U. (2008). *Lehm und Licht – Experimentelles Lernen im Lehmbau. Ein Rückblick auf das Leonardo da Vinci Projekt Lehmputze***.** LearnWithClay project newsletter 1st edition. Available at www.lernpunktlehm.de

Herz, U. and Rowan, B. (2009). *LearnWithClay - interim report*. LearnWithClay project newsletter 2nd edition. Available at www.lernpunktlehm.de

Herz, U. (2009a). *Lernpunkt Lehm. Ein europäisches System zur Identifizierung, Bewertung und Anerkennung von Kompetenzen im Lehmbau*. Conference Fachtag bag arbeit, 29.06.2009. Available at : http://www.bagarbeit.de/site/publikationen/download

Herz, U. (2009b) - *Grundtvig in-service training courses for educators in natural building technology - success stories*. LearnWithClay project newsletter 2nd edition. Available at www.lernpunktlehm.de

LearnWithClay - amazonails, AsTerre, Berufliches Schulzentrum Leipziger Land, FAL e.V., Lehmbaukontor Berlin-Brandenburg, Tanja Hofmann, (2009*). Wege zum Lehm. ECVET Lehmbau – eine Gebrauchsanweisung*. CRATerre éditions, 24 p. to be published in English, French, German and Bulgarian

Schröder, H., Röhlen, U. and Jörchel, S. (2008). *Education and vocational training in building with earth in Germany*. Dachverband Lehm, 5th international conference on building with earth, pp. 192-197

Schweder, M. (2008a). *Bauen mit Lehm. Ein Markt mit Zukunft, aber ohne Fachkräfte*. Bausteine – Das Magazin für Aus- und Weiterbildung im Baugewerbe, DIRECTA Buldt Fachverlag, Bad Schwartau, 5/2008, pp.36-38

Schweder, M. (2008b). *Bauen mit Lehm. Gesundes Bunt - Beschichtungen aus Lehm*. Bausteine – Das Magazin für Aus- und Weiterbildung im Baugewerbe, DIRECTA Buldt Fachverlag, Bad Schwartau 9/2008, pp. 45-47

Schweder, M. (2009). *Nachhaltiges Bauen mit Lehm als Ausbildungsinhalt im Berufsfeld Bautechnik*. Mitteilungsblatt der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtungen Bautechnik, Holztechnik sowie Farbtechnik und Raumgestaltung (e.V.), Hamburg, Heft 01/2009, pp. 26-34. Availbale at http://www.bagbau-holz-farbe.de/docs/Mitteilungsblatt_01-2009.pdf

Schweder, M. and Herz, U. (2009). *Lernpunkt Lehm – Lernergebnisse im Lehmbau – europaweit zertifiziert*. BIBB Projektinfoblatt. Available at www.lernpunktlehm.de

Curricula:

Lydie Didier, doctor in ecology (UJF Grenoble), specialised in earth architecture (CRATerre-ENSAG), is in charge of the european projects for AsTerre, the French umbrella association for earthbuilders.

Alexandre Douline, building site manager specialised in earth architecture (CRATerre-ENSAG), teaching earth building technologies at CRATerre, consultant at Misereor, in charge of training for trainers and training programmes for earthbuilding in vocational schools in several countries of Africa and south America.

Uta Herz, civil engineer (TU Berlin), specialised in ecological building, in charge of the European school for Earth building at FAL e.V. in Germany, project manager for several European projects relating to education and training in earth building.

Burkard Rüger, civil engineer (TU Berlin), member of LBK (earth building association Berlin-Brandenburg) and FASBA (German strawbale network), specialist in earth and strawbale techniques, building and teaching across Europe, from Portugal to Bulgaria.

LAS GEOMALLAS COMO REFUERZO SÍSMICO DE VIVIENDAS DE TIERRA

[1]Daniel Torrealva Dávila, Patricia Santillán Ramírez[2], Julio Vargas Neumann[3], Mario Solís Muñiz[4]
[1,2,3]Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Apartado 1761 Lima Perú
Te. (+511) 626 2000; E-mail: dtorrea@pucp.edu.pe; psantillan@pucp.edu.pe; jhvargas@pucp.edu.pe
[4]Universidad de Sevilla. Camino de los Descubrimientos s/n, 41092 Sevilla España
Tel. (+34) 954487293; E-mail: msolis@us.es

Tema 3: Técnicas, construcción, investigación y desarrollo.
Palabras clave: adobe reforzado, estructuras sismorresistentes, cooperación al desarrollo

Resumen
En la continua búsqueda de materiales disponibles y compatibles que puedan ser usados como refuerzo sísmico de las viviendas de tierra, las geomallas biaxiales aparecen como una alternativa promisoria para reforzar viviendas de adobe o tapial, existentes y nuevas, sin cambiar su apariencia, incrementando su resistencia y eliminando la posibilidad de colapso.

Esto ha sido corroborado por extensos programas experimentales que incluyen simulación sísmica de viviendas de adobe en mesa vibradora, ensayos cíclicos de fuerza horizontal y ensayos de flexión fuera del plano, todos ellos llevados a cabo en el Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). A través de estos ensayos se ha demostrado que la geomalla colocada embutida en un enlucido de barro, en ambos lados del muro, conectada entre sí a través de él por hilos de nylon, convierte el tradicional comportamiento frágil de las construcciones de tierra, en un material compuesto que puede disipar energía hasta avanzados niveles de deformación, donde la tierra toma los esfuerzos de compresión y la geomalla los de tracción.

Este trabajo ha dado lugar a la puesta en marcha de un proyecto de cooperación interuniversitaria en el que se abre la posibilidad de desarrollar herramientas numéricas para predecir en el futuro el comportamiento de muros de tierra reforzados con geomallas, sometidos a fuerza cortante coplanar y flexión fuera del plano que son las acciones típicas a que es sometido el muro en caso de un evento sísmico.

El proyecto cuenta también con el objetivo de favorecer y extender programas de trasferencia de esta tecnología allá donde más se necesita, siguiendo con el trabajo previamente realizado por la PUCP.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción con tierra constituye una tecnología de bajo coste por la fácil disponibilidad de los materiales y la facilidad en su manejo, lo cual hace que actualmente sigan recurriendo a ella amplios sectores de población mundial que autoconstruyen sus viviendas sin necesidad de recurrir a personal técnico cualificado.

La construcción en tierra ofrece además unas propiedades excelentes a aislamiento térmico, acústico y sostenibilidad ambiental. Esto hace que sea también de interés para nuevas construcciones realizadas bajo criterios ecológicos y de desarrollo sostenible. Este hecho hace que la técnica de construcción con tierra tenga interés no solo para la población con menos recursos de áreas empobrecidas, sino también en zonas donde el desarrollo tecnológico es avanzado pero la construcción con tierra se convierte en una técnica de construcción alternativa cada vez más frecuente y difundida.

Para mejorar las propiedades resistentes del adobe se ha recurrido tradicionalmente al empleo de paja, caña, madera, etc., y más modernamente se ha recurrido a mallas de alambre o parrillas de acero electrosoldadas. Todas estas técnicas permiten mejorar el comportamiento estructural del adobe, pero sigue resultando insuficiente, apareciendo en algunos casos una incompatibilidad en cuanto a rigidez y transmisión de esfuerzos entre el adobe y el material de refuerzo, o problemas adicionales de corrosión como ocurre con los refuerzos metálicos, y lo que es más importante, no se consigue evitar con seguridad el colapso de la estructura en el caso de un movimiento sísmico, teniendo lugar incluso una rotura frágil en el caso de refuerzos metálicos. Este colapso de la estructura es el que provoca la pérdida de vidas humanas, y por tanto es lo que debe evitarse a toda costa.

Todos estos tipos de refuerzo han sido estudiados y ensayados experimentalmente en los laboratorios de la PUCP durante las últimas décadas (Blondet et al, 2005). La última tecnología desarrollada consiste en el empleo de un material polimérico utilizado tradicionalmente como elemento de refuerzo para el terreno y conocido como geomalla. Los resultados de los ensayos realizados hasta ahora son muy alentadores por las grandes prestaciones que ofrece la geomalla respecto al aumento de resistencia y rigidez de la estructura, pero sobre todo el aumento de su ductilidad. Además, el coste de este material no es elevado, y teniendo en cuenta las ventajas que ofrece en cuanto al aumento de seguridad de la estructura se convierte en una alternativa con una excelente relación coste-beneficio.

Por otro lado, se debe reseñar que la técnica desarrollada no solo es de aplicación para nuevas construcciones, sino que también es aplicable en la restauración estructural de construcciones ya existentes, por lo que resulta aún de mayor interés.

En este artículo se realizará en primer lugar una breve descripción de esta técnica de construcción con adobe reforzado con geomalla. Posteriormente se darán detalles sobre los programas en los que ha participado hasta ahora la PUCP para la implementación de esta técnica en áreas afectadas por el terremoto que azotó la zona de Pisco en 2007.

Finalmente se presentará el punto de partida y los objetivos de una iniciativa de colaboración entre profesores la PUCP y de la Universidad de Sevilla que pretende profundizar en los aspectos técnicos de este tipo de construcciones y contribuir a su difusión e implementación de forma sencilla y segura.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE SISMORRESISTENTES REFORZADAS CON GEOMALLAS

En el año 2004 la PUCP inició el desarrollo de una nueva técnica de refuerzo de construcciones de adobe consistente en el empleo de geomallas de polímero, que ofrecen buenas características en cuanto a resistencia, rigidez y durabilidad (Blondet et al, 2006). El tipo de geomalla utilizada hasta el momento constituye una retícula continua, de una sola pieza, con los puntos de cruce reforzados. La resistencia última que llega a ofrecer el tipo de malla con el que se ha trabajado es de 19.75N/m para una deformación en rotura del 7%.

La idea fundamental de la técnica de refuerzo con geomalla reside en que estos elementos envuelvan a los muros, trabajando conjuntamente con ellos, y para ellos se unen mediante rafias colocadas durante el proceso constructivo de los muros y también mediante mortero de barro aplicado para el tarrajeo. La geomalla debe estar además anclada en el sobrecimiento en la parte inferior y abrazando a la viga collar en la parte superior.

Las viviendas construidas con adobe deben de tener un cimiento corrido bajo los muros, que puede ser construido con concreto ciclópeo. Este cimiento debe tener el ancho del propio muro y debe contar con un sobrecimiento que sobresalga del terreno. Durante el proceso de construcción de este sobrecimiento, debe embeberse una capa de geomalla en su interior, de forma que esta sea la parte de la geomalla que sirva para su anclaje al cimiento.

Una vez construido el cimiento, se construirán sobre él los muros de adobe. Sobre la coronación de los muros deberá colocarse una viga collar perimetral de madera que sirva para que conjunto de los muros trabaje de forma solidaria, para lo cual deberá asegurarse la conexión de la viga a los muros. A la hora de levantar los muros, deberán colocarse cordones de cuerda o rafia entre las hiladas, de forma que estos cordones sirvan posteriormente para atar la geomalla. Una vez construidos los muros, se colocará en cada una de sus caras la geomalla, atándola mediante los citados cordones. Para que la geomalla trabaje eficientemente envolviendo toda la estructura de adobe se deberán solapar convenientemente los distintos trozos de geomalla que se utilicen, uniéndolos entre sí mediante cordones de cuerda o rafia. La longitud de traslape deberá ser de unos 30cm. Se deberá asegurar que la malla envuelve completamente al adobe, incluyendo los huecos de puertas y ventanas. Para acabar de fijar la geomalla a la mampostería de adobe se deberá realizar un tarrajeo de espesor suficiente, de forma que la geomalla quede embebida en él sobre toda la superficie de la estructura. Finalmente, para el techo de la vivienda se podrá hacer una estructura ligera de caña y mortero.

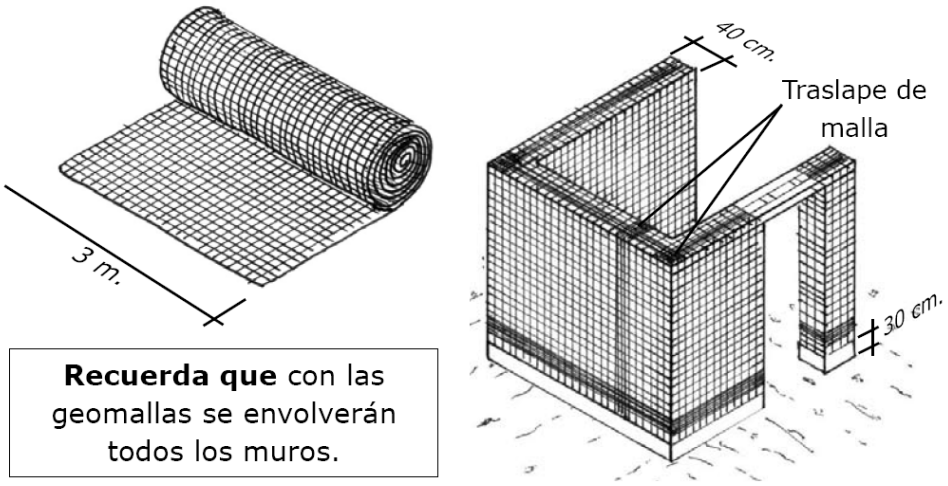


Figura 1 – Ejemplo de esquema de construcción de vivienda de adobe reforzado con geomalla recogido en las cartillas editadas para la difusión de la técnica tras el terremoto de Pisco de 2007 (Vargas et al, 2007)

3. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN PROYECTOS DE DESARROLLO

El principal reto que supone el desarrollo de este tipo innovaciones tecnológicas es la transferencia efectiva del conocimiento allí donde más se necesita, que son principalmente áreas deprimidas donde la población cuenta con escasos recursos económicos y escasa formación. En el caso de la técnica de refuerzo de adobe con geomallas, surgió la posibilidad de realizar esta transferencia de tecnología aprovechando las necesidades de reconstrucción surgidas tras el terremoto de Pisco de 2007.

Este movimiento sísmico tuvo lugar la tarde del 15 de agosto de 2007. La característica más relevante del sismo fue su larga duración, que llegó a ser de unos

150 segundos, con dos picos de movimiento diferenciados, y alcanzando una magnitud de 8.0 según diversos autores (Elnashai et al, 2008) Los requerimientos de ductilidad de las construcciones para soportar el movimiento fueron por tanto muy grandes. Los efectos devastadores de este terremoto, según datos oficiales, se traducen en más de 500 víctimas mortales, más de 1800 heridos, cerca de 55000 viviendas destruidas y casi 21000 dañadas, 3 puentes afectados, 73 centros educativos destruidos y 511 con daños, 11 centros de salud destruidos y 111 dañados. Sin duda alguna, el hecho de que el terremoto tuviera lugar durante el día y no durante la noche hizo que afortunadamente los daños personales no fueran mucho mayores.

Con el consecuente proceso de reconstrucción tras esta desgracia, como se ha comentado, surge la oportunidad de implementar por primera vez en terreno la técnica de refuerzo de adobe con geomalla. Así, la PUCP participa dentro de un programa de construcción de nuevas viviendas para familias afectadas por el sismo (Blondet et al, 2008), aportando el conocimiento técnico, dentro del programa de reconstrucción puesto en marcha por el Gobierno peruano (FORSUR), y junto con la ONG CARE-Perú, otros organismos nacionales como SENCICO, de cooperación internacional alemanes (GTZ), suizos (COSUDE) y otras ONGs.

Para transferir este tipo de tecnología no basta con su diseño a nivel científico o académico, sino que es necesario trabajar intensamente los aspectos sociales que garanticen su implementación práctica de manera efectiva. Para ello se debe capacitar a personal local, con suficiente destreza y conocimientos previos, para que desarrolle la capacidad de aplicar adecuadamente la técnica con posterioridad. Por otro lado, la población debe estar sensibilizada y concienciada de la importancia de construir viviendas con criterios sismorresistentes, de forma que sea receptiva a la implantación de una tecnología de este tipo. Este aspecto no resulta siempre sencillo, ya que a pesar de vivir en zonas vulnerables y con actividad sísmica, resulta llamativa la poca memoria histórica que tiene la población en general para recordar y tener presente los efectos de los terremotos y la importancia de esforzarse en construir edificios seguros.

Además, debe informarse a la población sobre la viabilidad técnica de construir viviendas de adobe reforzado seguras y de bajo coste, frente a la creencia popular de que las viviendas de adobe no pueden ofrecer seguridad ante sismos, y que por tanto se debe recurrir a otros tipos de materiales de mucho mayor coste, cuando éstos no necesariamente ofrecerán mayor nivel de seguridad, dada la baja calidad con la que se emplean en muchos casos.

Por otro lado, las familias deben ser conscientes de la necesidad de aportar la mano de obra no especializada y los materiales disponibles localmente para reducir los costes de la producción y conseguir que sea asequible económicamente para cualquier familia y que los fondos de ayuda (en caso de que los haya) puedan beneficiar a un mayor número de personas. Además, la participación de familias beneficiarias, y si es posible, la aportación de mano de obra de la comunidad, garantiza el interés de la población, que ven la construcción como un proyecto propio y se convertirán en los primeros interesados en que el proyecto sea un éxito.

Con este enfoque se persigue en definitiva que la tecnología sea aceptada por la población y que la hagan suya, persiguiendo que la transferencia de nuevos conocimientos se convierta en una posibilidad de aumentar sus capacidades para ejercer su derecho a construir libremente su propio hábitat, saludable y seguro.

Siguiendo con esta filosofía, el citado programa de reconstrucción y transferencia de tecnología comenzó por la capacitación de constructores en el propio campus de la PUCP, llevando a cabo la construcción de un módulo de vivienda de adobe reforzado.

Los asistentes provenían de las zonas afectadas por el sismo, donde se construirían las futuras viviendas, pero también de la zona de Lima.

Tres de las ciudades que sufrieron mayor daño durante el terremoto, Cañete, Chincha y Pisco, fueron elegidas para la segunda etapa del programa de capacitación. Esta etapa fue financiada por FORSUR y fue dirigida al público en general, en especial a aquellas personas que viven en casas de adobe. El programa de capacitación fue dirigido por personal PUCP y de CARE Perú y se capacitaron alrededor de 360 personas. Durante estas capacitaciones en las zonas afectadas por el terremoto, se construyeron tres casas en cada ciudad, cada una en un distrito diferente, para facilitar la participación de una mayor cantidad de personas. Las viviendas modelo construidas fueron entregadas a una familia elegida por la comunidad. Las familias seleccionadas habían perdido sus casas durante el terremoto y no tuvieron los recursos suficientes para reconstruir una nueva.



Figura 2 – Algunas de las viviendas de adobe reforzado construidas en el poblado de La Garita (distrito El Carmen, Chincha) con la asistencia técnica de la PUCP

La última fase en la que ha participado la PUCP ha consistido en la construcción de 50 viviendas familiares en las zonas afectadas. Durante esta construcción se ha puesto en práctica la necesidad de implicar a las familias beneficiarias en la construcción de la vivienda, como una forma de capacitación por un lado pero sobre todo como contraparte a la ayuda que se les ha facilitado para la construcción de la vivienda. Paralela y posteriormente CARE y otras ONGs han construido cientos de casas más y existen programas para construir miles en vez de cientos, con el apoyo del Estado.

Para la implementación y difusión de esta técnica se han elaborado cartillas y videos en las que se explica detalladamente, paso a paso, el proceso constructivo (Vargas et al, 2007). Por otro lado, esta técnica ha sido incluida en un anexo en la norma de

construcción en adobe de Perú, en el que se especifican las propiedades que debe tener la geomalla de refuerzo.

4. PROYECTO DE COOPERACIÓN INTERUNIVERSITARIA

La ocurrencia del sismo de agosto de 2007 y las consecuentes necesidades de reconstrucción constituyeron un marco inmejorable para realizar la siempre necesaria pero no siempre sencilla transferencia de conocimientos y puesta en práctica de innovaciones tecnológicas de este tipo. Esta transferencia se ha llevado a cabo con éxito hasta la fecha, extrapolando las conclusiones extraídas de los ensayos realizados en laboratorio al diseño y construcción de prototipos de viviendas dentro del programa de reconstrucción y capacitación antes descrito.

No obstante, resulta conveniente profundizar en aspectos teóricos acerca del comportamiento de este tipo estructuras, con el objeto de formar una base científica que permitan generalizar el empleo de esta técnica y aplicarla en construcciones de distinta tipología. Para llevar esto a cabo es necesario el desarrollo de herramientas matemáticas y numéricas que permitan modelar el comportamiento estático y dinámico de elementos estructurales de adobe reforzado con geomalla y también realizar nuevos ensayos estáticos y dinámicos que permitan corroborar los resultados obtenidos. Finalmente, no se debe perder de vista el campo de aplicación de esta tecnología y por tanto los resultados de estos trabajos se deberán plasmar en recomendaciones y guías de construcción de muy fácil compresión y aplicación, puesto que serán empleadas generalmente para viviendas de autoconstrucción que en la mayoría de los casos se realizarán sin ningún tipo de control por parte de personal técnico cualificado.

Con estos objetivos surge el proyecto de cooperación interuniversitaria entre profesores de la PUCP y la Universidad de Sevilla, cuyo contacto se debe precisamente de la estancia de profesores españoles en Perú dentro con motivo de su implicación en otros proyectos de reconstrucción llevados a cabo por la ONGD Ingeniería Sin Fronteras. El proyecto de cooperación interuniversitaria es financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) dentro de su Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica.

A continuación se describen los ensayos de laboratorio llevados a cabo por la PUCP para validar la técnica de refuerzo con geomalla, y que suponen el punto de partida de este proyecto universitario a partir del cuál se plantean los objetivos del mismo.

4.1 Ensayos de muros sometidos a flexión fuera del plano

Con el fin de conocer el comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con malla de polímero, los últimos trabajos experimentales dirigidos por el profesor Torrealva han consistido en ensayar muros con y sin refuerzo bajo cargas de flexión. En los primeros ensayos que se han realizado los muros se mantienen en posición vertical y se someten a un estado de flexión en 3 puntos (Fig. 3). Los muros han sido sometidos a ciclos de carga y descarga, lo que ha permitido trazar sus lazos histeréticos y su plastificación. El espesor de los adobes empleados es de 21 cm, con lo que los muros tartajeados tienen un espesor aproximado de 25 cm.

En la figura 4 se representa la evolución de la carga aplicada frente al desplazamiento en el punto medio, para un muro reforzado y otro sin reforzar. Se puede observar un incremento de la resistencia del muro reforzado en el tramo que se pudiera denominar como tramo elástico, aproximadamente el doble que la del muro sin reforzar. Una vez superada el tramo elástico, el muro sin reforzar muestra un ablandamiento, disminuyendo la carga soportada y aumentando el desplazamiento, mientras que con el muro reforzado la carga soportada sigue aumentando con el desplazamiento,

llegándose a una resistencia última que es de nuevo el doble que la del rango elástico, lo que supone 4 veces más que la carga última del muro sin reforzar. Además, el desplazamiento que puede alcanzarse con el muro reforzado sin que se produzca la rotura del o pérdida de su capacidad portante es 25 veces mayor.

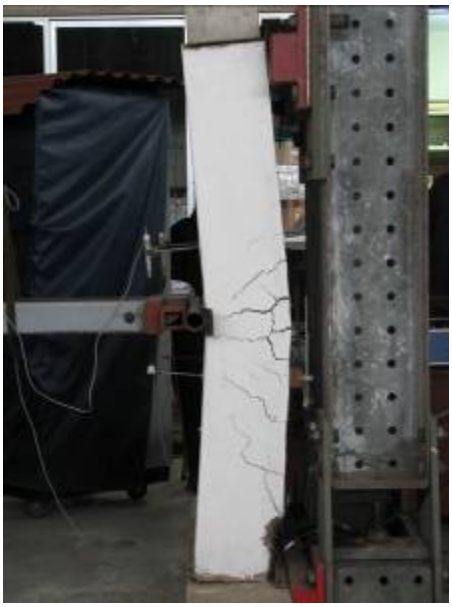


Figura 3 – Ensayo de flexión de muros de adobe

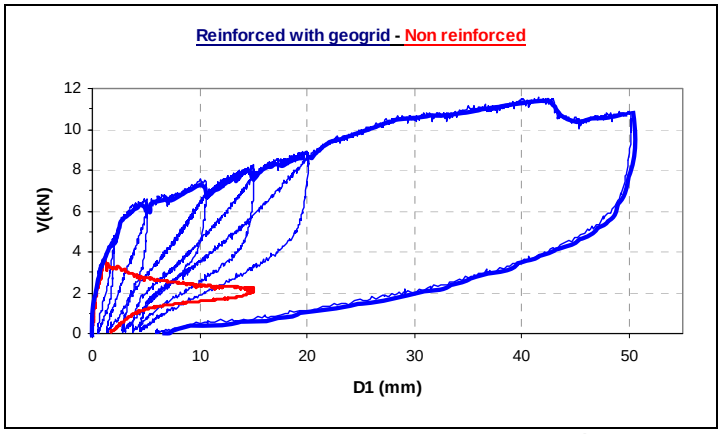


Figura 4 – Resultados comparativos del comportamiento a flexión de muro reforzado y sin reforzar

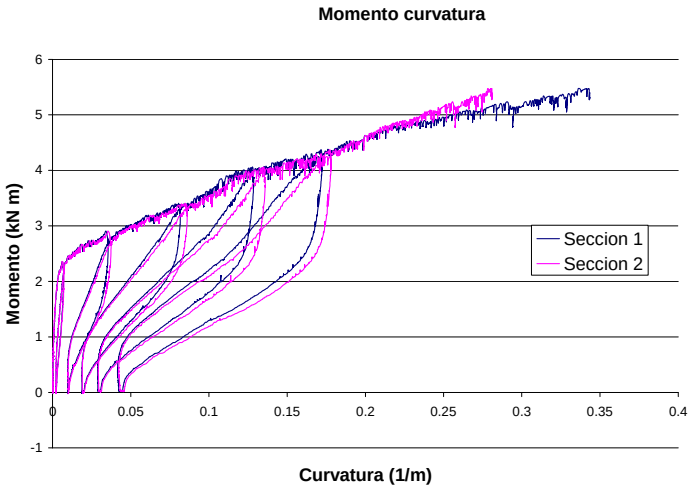


Figura 5 – Relación momento curvatura obtenida en secciones durante el ensayo de flexión

En la figura 5 se presenta la ley momento-curvatura obtenida experimentalmente en dos puntos distintos. El comportamiento del muro reforzado se puede asimilar al de un material compuesto como el concreto armado, en el que el adobe soporta las tensiones de compresión y el refuerzo de geomalla absorbe las tracciones. El primer objetivo del proyecto será modelar adecuadamente este comportamiento, de forma similar a como se hace en el concreto armado, para poder obtener una ley de comportamiento a flexión de este tipo de elementos. Los resultados de estos ensayos de flexión en tres puntos se complementarán con otros ensayos de flexión horizontal en cuatro puntos.

4.2 Ensayos de muros sometidos a esfuerzo cortante

Para el estudio del comportamiento de los muros ante esfuerzo cortante, se han realizado ensayos sobre tres muros cometidos a una fuerza coplanaria aplicada en su parte superior (Fig.6). Se ha podido comprobar como el refuerzo con geomalla y tarrajeo supone un incremento de resistencia en el rango elástico de un 40%. A partir del momento de agrietamiento del muro y plastificación se observa también en el muro reforzado con tarrajeo un aumento progresivo de la carga, mientras que si no se aplica tarrajeo tan solo se produce una fluencia que se traduce en un aumento del desplazamiento soportado sin que el muro sea capaz de soportar un mayor esfuerzo. En el caso del muro sin reforzar se produce incluso un ablandamiento, disminuyendo la fuerza soportada conforme aumenta el desplazamiento. La resistencia última en el caso del refuerzo con tarrajeo es del orden de 1.5 veces la resistencia última del caso sin tarrajeo.



Figura 6 – Aspecto de muro reforzado tras haber sido ensayado bajo carga cortante cíclica

A partir de este tipo de ensayos se pretende establecer una ley de comportamiento de los muros ante esfuerzos cortantes, que complemente los resultados de flexión para así disponer de un modelo de comportamiento para el análisis de este tipo de estructuras.

4.3 Ensayos dinámicos a escala real

Además de los ensayos estáticos, se han realizado ensayos de simulación sísmica a escala real de varios módulos de vivienda, de 3,2 m x 3,2 m de planta (Blondet et al, 2006).

Los ensayos demostraron como en el modelo sin ningún tipo de refuerzo el colapso casi total de la vivienda se producía de manera súbita, mientras que las viviendas reforzadas fueron capaces de soportar todas las sacudidas a las que fueron sometidas sin que se provocase el colapso de la estructura, aún cuando los desplazamientos y aceleraciones llegaron a ser de gran magnitud.

Los ensayos dinámicos permitieron demostrar la significativa mejora que proporciona la geomalla no solo por el incremento de resistencia sino por su enorme capacidad para evitar el colapso de la estructura. En este sentido además se pudo concluir que la aplicación del recubrimiento con mortero o tarrajeo, así como el recubrimiento completo de la estructura con la geomalla resulta fundamental para asegurar el trabajo conjunto de la geomalla con el muro de adobe en todo momento y reducir el riesgo de colapso.

Los ensayos dinámicos realizados servirán para comprobar si los modelos de comportamiento estáticos obtenidos a partir de los ensayos anteriores permiten realizar también modelos dinámicos que permitan predecir la respuesta dinámica real de este tipo de estructuras.

5. CONCLUSIONES

El conjunto de ensayos realizados permite confirmar que el empleo de la geomalla como material de refuerzo para muros de adobe permite aumentar drásticamente la resistencia de los muros de adobe, al permitir soportar tensiones significativas de tracción, pero lo más importante es el enorme aumento de la ductilidad de la construcción. Esto permite disipar la energía transmitida por un movimiento sísmico y confinar la mampostería de adobe de forma que se consigue evitar el colapso de la estructura aún cuando se llegan a producir grandes deflexiones. Se trata por tanto de una técnica que permite construir viviendas seguras en las que un sismo puede llegar a provocar la destrucción de la estructura, y por tanto puede ser necesaria su reparación o demolición, pero evita el derrumbamiento o colapso de la estructura, con el consiguiente beneficio en términos de reducción del número de víctimas.

Una vez demostrada experimentalmente la validez de esta tecnología, se deben desarrollar modelos de comportamiento que permitan aplicarla en el diseño de nuevas construcciones y reparación o refuerzo de otras existentes. La aplicación de estos modelos debe servir además para el desarrollo de guías de diseño o criterio constructivos que permitan una transferencia de tecnología adecuada para la construcción de viviendas seguras aún cuando se trate de autoconstrucción con escaso o nulo control técnico.

Bibliografía

Blondet, M., Madueño, I. , Torrealva, D. , Villa García, G., y Ginocchio, F. (2005). Using Industrial Materials for Construction of Safe Adobe houses in Seismic Areas. International Conference “EARTHBUILD 2005” Sydney, Australia 19-21, enero 2005

Blondet, M., Torrealva , D., Ginocchio, F., Vargas, J., Velásquez, J. (2006). Seismic Reinforcement of Adobe Houses using external polymer mesh. 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, 18-22 Abril 2006, San Francisco, California, USA.

Blondet, M., Vargas, J., Patron, P., Stanojevich, M., Rubiños, A (2008). A Human Development Approach for the Construction of Safe and Healthy Adobe Houses in Seismic Areas. 14th World Conference on Earthquake Engineering, 12-18 octubre 2008, Pekín, China.

Elnashai, A.S., Alva-Hurtado, J., Pineda, O., Kwon, O.S., Morán-Yanez, L., Huaco,G., Pluta, G. (2008). The Pisco-Chincha Earthquake of August 15, 2007. Mid-America Earthquake Center Report

Torrealva, D., Acero, J. (2005) Seismic Reinforcement for Adobe Dwellings with External Polymer Mesh. International Seminar of Architecture, Construction and

Conservation of Earthen Buildings in Seismic Areas, SismoAdobe 2005, Pontificia Universidad Católica del Peru, May 2005, Lima, Peru

Vargas J, Torrealva D y Blondet M. (2007). Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Peru.

Curriculum

Daniel Torrealva Dávila. Profesor Principal Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Investigador de construcciones de Tierra en Áreas Sísmicas desde 1980. Miembro del Comité Científico Internacional de Conservación del Patrimonio Arquitectónico en Tierra de ICOMOS. Decano de la Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP.

Patricia Santillán Ramírez. Egresada de la especialidad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú en 2003. Candidata a Magíster en Ingeniería Civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Julio Vargas Neumann. 1963, Profesor Principal Universidad Católica del Perú; 1971, Investigador de construcciones de Tierra en Áreas Sísmicas; 1985, Viceministro de Vivienda; 1986, Premio Nacional de Cultura en Ciencias y Tecnología; 2007, Presidente Comité Especializado NTE E-080 Adobe.

Mario Solís Muñiz. Profesor Contratado Doctor de la Universidad de Sevilla. 2001, Ingeniero Industrial Especialidad Mecánica. 2007, Doctor por la Universidad de Sevilla. Miembro del Grupo de Investigación de Ingeniería de las Estructuras de la Junta de Andalucía desde 1999. Miembro de la ONGD Ingeniería Sin Fronteras Andalucía desde 2007.

ESTUDO DO MATERIAL TERRA APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE TABIQUE EXISTENTE NO ALTO TÂMEGA

Armando Cepeda[1,a], José Lousada[2,b], José Vieira[1,c], Humberto Varum[3,d], Pedro Tavares[4,e], Lisete Fernandes[4,f], Jorge Pinto[1,g]

[1]ECT. Departamento de Engenharias. ECT. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal
[2]ECA. Departamento Florestal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal
[3]Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (UA). Campus Universitário de Santiago. 3810-193 Aveiro. Portugal
[4]CQVR e UME, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal
[a]armando_cepeda@sapo.pt, [b]jlousada@utad.pt, [c]jbvieira@utad.pt, [d]hvarum@ua.pt, [e]ptavares@utad.pt, [f]ume@utad.pt, [g]tiago@utad.pt

Tema 2: Património e Conservação
Palavras-Chave: tabique, materiais naturais, conservação

Resumo
A terra é um material natural, ecológico, reciclável, económico e, como tal, um material de construção com enorme potencial. Os edifícios históricos construídos em terra que chegaram ao presente provam a durabilidade que este tipo de construção pode atingir. A construção em terra também se assume como solução construtiva relevante em Portugal, nomeadamente nas técnicas: taipa, adobe e tabique. O tabique teve uma grande incidência na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Grande parte das construções de tabique existentes nesta região apresenta um avançado estado de degradação. Este facto aliado à escassez de estudos científicos relativos a esta temática motivou a realização deste trabalho de investigação. Atendendo a que a região de Trás-os-Montes e Alto Douro é muito vasta foi necessário fasear o referido trabalho de investigação. Deste modo, subdividiu-se a área de trabalho em seis partes referentes às seis Associações de Municípios da região e que são as seguintes: Alto Tâmega; Terra Quente Transmontana; Terra Fria do Nordeste Transmontano; Vale do Douro Norte; Vale do Douro Sul e Douro Superior. O trabalho que se aqui se propõe é relativo à Associação de Municípios do Alto Tâmega e usa sete construções antigas de tabique como amostragem. Para o efeito, foi efectuado um levantamento dessas construções e uma recolha de amostras dos materiais construtivos usados para a realização de um estudo laboratorial de identificação/caracterização. As Associações de Municípios do Vale do Douro Sul e do Vale do Douro Norte já foram âmbito de um trabalho similar. Deste modo, pretende-se dar um contributo para o conhecimento deste tipo de construção que usa materiais naturais e sensibilizar todos os agentes para a urgência da necessidade de conservação.

1. INTRODUÇÃO

As principais técnicas construtivas tradicionais portuguesas que usam terra como material de construção são a taipa, o adobe e o tabique. Um elemento construtivo de tabique é geralmente formado por uma estrutura de madeira que é revestida em ambas as faces por um material à base de terra. Este trabalho de investigação está focado no estudo do tabique existente na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Esta é a região de Portugal que fica mais a Norte e onde esta técnica tem uma grande incidência (Joana et *al.*, 2008) e (Joana Carvalho e tal., 2008). As construções antigas de tabique existentes nesta região apresentam na generalidade um avançado estado de degradação. Muitas delas já atingiram o estado de ruína.

Atendendo a que ainda existem poucos trabalhos de investigação desenvolvidos sobre este tipo de construção existente nesta região tornou-se imperioso realizar este estudo que tem como principal objectivo elaborar um registo dos pormenores construtivos e dos tipos de materiais usados e, para servir de auxilio a futuros trabalhos de reabilitação. Simultaneamente, através deste trabalho pretende-se estimular o uso de materiais naturais

e locais do tipo terra e madeira no domínio da construção civil.

Sendo esta região muito vasta, houve a necessidade de a subdividir em seis áreas sendo estas relativas às seis Associações de Municípios e que são Alto Tâmega, Terra Quente Transmontana, Terra Fria do Nordeste Transmontano, Vale do Douro Norte, Vale do Douro Sul e Vale do Douro Superior. O presente trabalho é relativo ao estudo do material terra usado nas construções de tabique existentes na Associação de Municípios do Alto Tâmega (AMAT). As Associações de Municípios do Vale do Douro Sul (José et *al.*, 2009) e do Vale do Douro Norte (J. Pinto et *al.*, 2009) já foram estudadas neste contexto.

Este trabalho foi essencialmente assente na realização de um trabalho de campo exaustivo e de um posterior trabalho experimental. Através de visitas aos vários concelhos da AMAT foi possível localizar algumas das construções antigas de tabique, proceder ao levantamento dessas construções (100 construções) e recolher amostras de material (em 7 construções) para a realização de um trabalho experimental de identificação e de caracterização.
Constatou-se que a maioria dos elementos construtivos de tabique é do tipo parede interior localizada ao nível dos pisos superiores. Contudo e, mais invulgar, também foram encontrados exemplos de paredes exteriores de tabique, escadas interiores, alpendres e chaminés.

Baseado nas construções que constituíram a amostragem deste estudo foi possível concluir que o material de enchimento/revestimento adoptado na construção dos elementos construtivos de tabique é geralmente terra.

2. DESCRIÇÃO DA AMAT

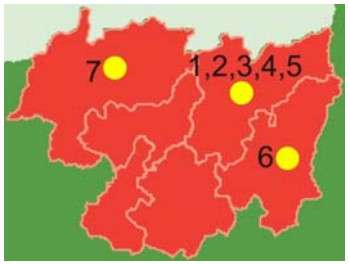
A AMAT é uma das seis Associações de Municípios da região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Corresponde a uma área territorial que se localiza no norte de Portugal continental, Fig. 1-a. A nível administrativo, esta associação é constituída pelos concelhos de Montalegre, Chaves, Boticas, Valpaços, Vila Pouca de Aguiar e Ribeira de Pena, Fig. 1-b. Tal como foi referido anteriormente, este trabalho de investigação incluiu o estudo de cem construções de tabique embora só tenha sido possível recolher amostras de material em sete dessas construções. Esta limitação de obtenção de amostras de material esteve relacionada com o facto de não ter sido fácil obter autorização por parte dos proprietários. Cinco das sete construções de tabique estudadas estão localizadas no concelho de Chaves (Construções 1, 2, 3, 4 e 5), uma está localizada no concelho de Montalegre (Construção 7) e a outra no concelho de Valpaços (Construção 6), Fig. 1-c.



a) Localização da AMAT



b) Concelhos da AMAT



c) Localização das sete construções

Fig. 1 – Localização da AMAT em Portugal continental. Identificação dos concelhos da AMAT. Localização das construções de tabique estudadas

3. DESCRIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES DE TABIQUE ESTUDADAS

De forma simplificada, um elemento construtivo de tabique é formado por uma estrutura de madeira constituída por tábuas verticais ligadas entre si por um fasquio (ripas horizontais) e através de pregos metálicos. Este sistema estrutural é depois revestido por um material que se pensa ser à base de terra, Fig. 2-a. Nos trabalhos de investigação realizados neste contexto (Joana Carvalho et *al.*, 2008) e (J. Pinto et *al.*, 2009) verificou-se que pontualmente o material de revestimento usado poderá ser uma mistura de terra com um ligante hidráulico do tipo cal. O objectivo principal deste trabalho consiste precisamente em aferir este facto na realidade da AMAT.

As construções de tabique identificadas na zona da AMAT são antigas, são geralmente do tipo habitação unifamiliar ou habitação unifamiliar mais comércio, apresentam maioritariamente 2 a 3 pisos (embora tenha sido possível observar situações em que as construções apresentam 5 pisos) e, apresentam um estado de conservação degradado a muito degradado. Os elementos construtivos de tabique mais representativos são paredes interiores ou exteriores e sempre localizadas nos pisos superiores. Contudo, também foram encontrados outros exemplos de elementos construtivos tal como alpendres, escadas interiores e mesmo chaminés, Fig. 2. O concelho de Chaves e, em particular, a cidade de Chaves, foram os locais da AMAT que se revelaram ser os mais ricos em termos de construção de tabique.



a) Parede exterior de tabique



b) Alpendre de tabique



c) Chaminé de tabique



d) Interior da chaminé de tabique

Fig. 2 – Exemplos de elementos construtivos de tabique em AMAT

As sete construções de tabique da AMAT onde foi possível recolher amostras de material de revestimento para a realização do estudo experimental de identificação e de caracterização estão apresentadas na Fig. 3.



a) Construção 1



b) Construção 2



c) Construção 3



d) Construção 4



e) Construção 5



f) Construção 6



g) Construção 7

Fig. 3 – Construções de tabique da AMAT onde foi possível recolher amostras de material de revestimento

O processo de recolha dessas amostras consistiu em obter pelo menos seis amostras por elemento construtivo de tabique, estas amostras foram posteriormente, em laboratório, misturadas entre si resultando numa amostra de material de revestimento representativa desse elemento construtivo.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Para a identificação/caracterização do material de enchimento/revestimento dos elementos construtivos de tabique da AMAT foi desenvolvido um trabalho experimental que incluiu análises granulométricas e análises por *Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM/EDS) à semelhança de (Joana Carvalho et *al.*, 2008) e (J. Pinto et *al.*, 2009).

4.1 Análise granulométrica

As análises granulométricas foram efectuadas no Laboratório de Materiais e Solos da UTAD. Atendendo a que as amostras de material de revestimento relativas às construções 2, 5 e 7 não apresentavam uma quantidade de material suficiente para permitir a realização da análise granulométrica, esta apenas foi possível realizar nas amostras de material de revestimento recolhidas nas construções 1, 3, 4 e 6 (amostras 1, 3, 4 e 6 da Fig.4).

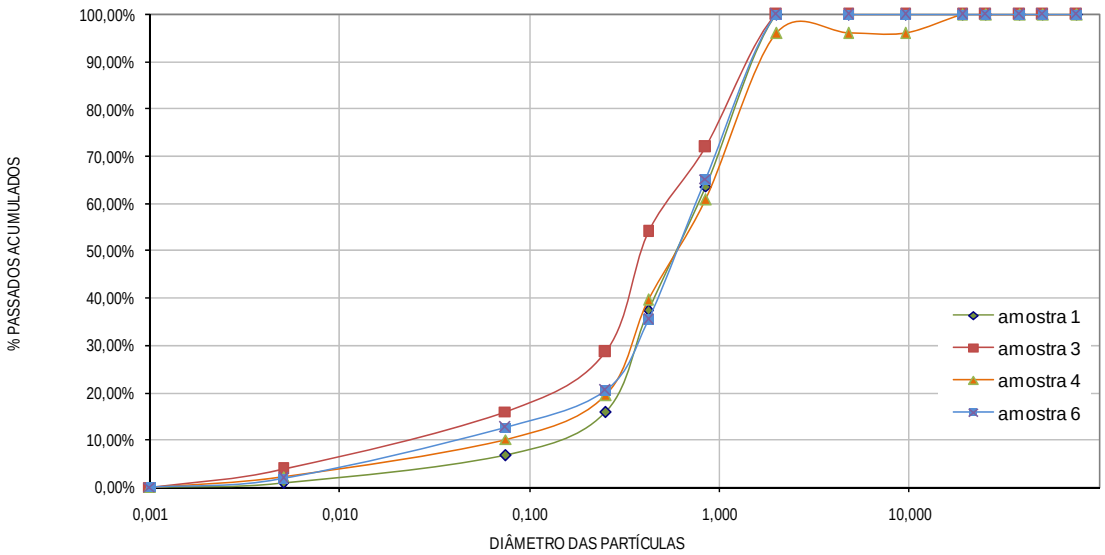


Fig. 4 – Curvas granulométricas

As curvas granulométricas do material de revestimento dos vários elementos construtivos de tabique estudados estão apresentadas na Fig. 4, onde é possível observar que estas são muito semelhantes entre si. Considerando que a fracção fina de um solo é formada pela argila (partículas de dimensões inferiores a 0,005 mm), pelo silte (partículas de dimensões compreendidas entre 0,005 mm e 0,05 mm) e pela parte fina da areia, as curvas da Fig. 4 também indicam que o material apresenta aproximadamente 20% de fracção fina e o restante de areia.

4.2 Análise SEM/EDS

As análises SEM/EDS foram realizadas na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD com o objectivo de determinar a composição química elementar do material de revestimento. Nesta análise foi possível usar uma amostra de material por construção (amostra *i* corresponde à construção *i*). A Tabela 1 apresenta os resultados desta análise.

Elemento químico (%)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
Flúor (F)	--	1,95	1,19	3,01	2,93	2,60	2,48
Sódio (Na)	0,85	0,61	0,33	1,01	0,60	1,08	1,00
Magnésio (Mg)	0,99	1,15	0,51	1,52	2,20	2,78	1,07
Alumínio (Al)	17,58	26,59	10,86	26,96	23,71	28,45	28,67
Sílica (Si)	30,62	58,14	82,40	48,97	50,44	45,95	54,74
Cloro (Cl)	0,47	0,14	--	0,20	0,53	0,46	0,75
Potássio (K)	1,78	8,10	2,19	3,47	9,39	5,14	4,78
Cálcio (Ca)	45,11	0,27	0,33	10,18	0,85	6,39	2,38
Titânio (Ti)	--	0,44	0,18	0,32	1,20	0,85	0,47
Ferro (Fe)	1,93	2,56	1,62	4,22	8,15	6,30	3,11
Cobre (Cu)	0,67	0,05	0,39	0,14	--	--	0,55

Tabela 1: Resultados da análise SEM/EDS

Esses resultados indicam que na generalidade o material de revestimento usado na construção dos elementos de tabique das construções existentes na AMAT é semelhante e do tipo solo argiloso. Os elementos químicos que mais abundam são a sílica e o alumínio. Dentro das amostras analisadas apenas a amostra 1 é aquela que parece ser relativa a um material de revestimento distinto, dado que apresenta o cálcio como elemento químico mais

abundante, seguido da sílica e do alumínio. As amostras 4 e 6 também apresentam uma quantidade expressiva de cálcio. Esta informação leva-nos a considerar que o material de revestimento relativo às amostras 1, 4 e 6 seja do tipo argamassa bastarda.

6. CONCLUSÕES

Foi possível verificar que existe construção de tabique na zona territorial relativa à Associação de Municípios do Alto Tâmega embora esta realidade seja mais expressiva na cidade de Chaves. Esta informação reforça a tese de que a região de Trás-os-Montes e Alto Douro é rica em construção de terra sob a forma do tabique.

Foram identificados vários tipos de elementos construtivos de tabique. Os mais vulgares são as paredes interiores ao nível dos pisos superiores embora também abunde paredes exteriores de tabique. Alpendres e escadas interiores são outros exemplos de elementos construtivos detectados. Num caso particular, também foi verificado que esta técnica construtiva também poder ser aplicada na construção de chaminés.

As construções de tabique identificadas na zona da AMAT são geralmente: antigas, do tipo habitação unifamiliar ou habitação unifamiliar mais comércio e de 2 a 3 pisos. Estas construções apresentam geralmente um estado de conservação degradado ou muito degradado.

O processo de recolha de amostras de material para análise experimental é geralmente dificultado pela falta de autorização por parte dos proprietários das construções.

Os resultados da análise granulométrica indicam que o material de revestimento dos elementos construtivos de tabique é do tipo (em termos granulométricos) ao material de terra usado na construção de terra.

A análise SEM/EDS revela que esse material de revestimento tanto pode ser terra natural ou então misturada com um ligante hidráulico do tipo cal.

7. BIBLIOGRAFIA

[1] Joana Carvalho, Jorge Pinto, Humberto Varum, Abílio Jesus, José Lousada, José Morais. CONSTRUÇÕES EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO. CINPAR 2008 – 4th International Conference on Structural Defects and Repair. Civil Engineering Department – University of Aveiro. Portugal. 25-28 June 2008. Editors: Humberto Varum, Francisco Carvalho, Anibal Costa, Alexandre Bertini, Petr Stepánek. ISBN: 978-989-95695-3-9. 2008.

[2] Joana Carvalho, Jorge Pinto, Humberto Varum, Abilio Jesus, José Lousada, José Morais. ESTUDO DO MATERIAL TERRA USADO NAS CONSTRUÇÕES EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO. TERRABRASIL 2008, VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. 3 a 8 de Novembro de 2008. Universidade Estadual do Maranhão, São Luiz, MA, Brasil. Livro de resumos. Editado por Anais. UEMAS/Proterra. ISBN 978-85-86036-41-5. Página 13. 2008.

[3] José Martinho, Carla Gonçalves, Filipe Magalhães, José Lousada, José Vieira, Humberto Varum, Pedro Tavares, Jorge Pinto. Construção de tabique no Vale do Douro Sul. Livro de Publicações de Resumos do VIII Seminario Iberoamericano de Construcción com Tierra (VIII SIACOT) e do II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción com Tierra (II SAACT). Editor: CRIATIAC – FAU – UNT. Junho de 2009. Tucumán, Argentina. ISBN EN TRÀMITE. pag. 151. Junho de 2009.

[4] J. Pinto, H. Varum, D. Cruz, D. Sousa, P. Morais, P. Tavares, J. Lousada, P. Silva, J. Vieira. Tabique Construction Characterization in Douro North Valley, Portugal: A First Step to Preserve this Architectural Heritage. 2nd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability, URES`2009. Baltimore. USA. November 7-9, 2009.

Curriculum

[a] Aluno de Mestrado em Engenharia Civil, da UTAD
[b] Professor do Departamento Florestal, da UTAD
[c] Professor do Departamento de Engenharias, da UTAD
[d] Professor do Departamento de Engenharia Civil, da UA
[e] Professor do Departamento de Química, da UTAD
[f] Aluna de Mestrado em Biologia Clínica Laboratorial e Técnica da Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD
[g] Professor do Departamento de Engenharias, da UTAD

ESTRATEGIAS MORFOLÓGICAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN CONTEMPORÁNEA EN TIERRA PORTANTE

Macarena Gaete Cruz
Master en Arquitectura (MARQ).
Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).
Agustín De Negri 5311, Vitacura, Santiago, Chile.
Tel. (+56) 2 218 23 53, Cel. (09) 9 541 59 37
E-mail: mgaete1@uc.cl

Tema 3: Técnicas, Construcción e I&DT.
Palabras Clave: Adobe, tapial, sismo, reforzamiento, morfología.

Resumen
Existe una pérdida de las tecnologías tradicionales en Chile, y varios países, debido a la acción de los terremotos, y la consiguiente desconfianza que se tiene en ellas. La ausencia de criterios o normativas nacionales que regulen las construcciones que consideren la tierra como material predominante y/o estructural limita su uso. Ahora, la aparición de métodos de reforzamiento para mamposterías macizas portantes en tierra cruda supuso una oportunidad de re-validación de dichas técnicas. Sin embargo, tanto las propuestas como los ensayos revisados, consideran morfologías de viviendas tradicionales que resultan, en ocasiones, inadecuadas o indeseadas en el escenario sísmico.

Pese a los inigualables beneficios inherentes a la construcción con tierra, tanto en términos económicos y sociales, como ecológicos, resulta imposible desconocer su alta vulnerabilidad estructural que se debe en parte, a su poca resistencia a la tracción ante eventos sísmicos. El presente artículo consiste en un resumen del trabajo realizado hasta la fecha por la autora, con motivo de la ejecución de su tesis magistral. Dicha tesis contempló un estudio que no se ha hecho mayormente por los investigadores en la materia. Si bien existen diversas recomendaciones de construcciones en tierra a modo de manual, se intentó relacionar la variable de la forma construida con un método específico de reforzamiento sismo resistente. Se llevó al extremo a dicho sistema mixto con el fin de ser un aporte al conocimiento y contribuir a su estudio específico.

Se estudió el comportamiento y vulnerabilidad de edificaciones en tierra portante (adobe y tapial). Se consideró también el patrón de falla de las construcciones de carácter hispano-andinos que son expuestos por los principales autores investigadores de la materia. De este análisis, se dilucidó el sistema de reforzamiento estructural más efectivo para obras nuevas, con el fin de profundizar en el estudio de un caso específico de refuerzo para su posterior desarrollo morfológico.

Ahora, entendiendo específicamente que la débil resistencia a tracción de las mamposterías en tierra provoca su alta vulnerabilidad sísmica, y considerando que reforzarlas con materiales de mayor ductilidad permite solucionar este problema, se sostiene que **la morfología de la construcción es una variable fundamental, en tanto es capaz de minimizar las exigencias a tracción y potenciar las compresiones.**

1. INTRODUCCIÓN

La edificación con tierra se remonta a miles de años. Es difícil decidir si este material fue el primero con que construyó el hombre, sin embargo, es claro que junto con las fibras naturales y las piedras, la tierra es uno de los materiales más ancestralmente utilizados.

Hoy en día la construcción en tierra sigue vigente de manera esporádica y localizada en los sectores rurales de Chile. Estas prácticas son en general espontáneas y no cuentan con el asesoramiento de manuales. De hecho, nuestro país carece de

normativas que regulen este tipo de construcciones, aún cuando Chile es un país sísmico.

La construcción de nuevos proyectos de tierra enfrenta diversos problemas, entre los cuales destaca el hecho de que una adecuada estructuración antisísmica no es siempre lograda. Este estudio intentará equiparar criterios, con respecto a las recomendaciones, en términos tanto formales, como constructivos que son necesarios para obtener construcciones antisísmicas de tierra.

La caracterización de este tipo de técnicas ha sido descrita por diferentes autores y normas, que han analizado este tipo de construcción en base a su vulnerabilidad y comportamiento sísmico. El presente estudio forma parte de una tesis de magister e intentará articular dicha información, ofreciendo recomendaciones comparadas. Esta recopilación podrá servir como base para la elaboración de normativas futuras.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Este estudio está basado en varias publicaciones existentes sobre la materia, además del ejercicio de ensayos prácticos. Si bien, muchas publicaciones son bastante conocidas por las personas que construyen con tierra, este artículo es un aporte recopilatorio y comparativo. Además, se consideró la inclusión de la norma peruana y entrevistas realizadas por la autora, que serán publicadas en su tesis magistral. Las publicaciones incluyen los siguientes autores; John Norton, Paul Graham Mc Henry, Instituto CRATerre, Gernot Minke, Julio Vargas, Jorge de Olarte, Hugo Pereira, Red Proterra, e incluye la Norma peruana E.080. En general se trata de publicaciones de las últimas dos o tres décadas.(1)

3. OBJETOS DE ESTUDIO; ADOBE Y TAPIAL

La investigación se centrará en dos técnicas tradicionales, bastante difundidas en Chile y el mundo, y que corresponden a utilizaciones de la tierra como elemento estructural del muro en las construcciones. Esta labor estructural de la tierra significa una mayor vulnerabilidad sísmica, por lo que merecen un estudio específico. La técnica del adobe se refiere a los bloques o ladrillos de tierra producidos a mano en moldes llenados con barro y secados al aire libre. La construcción con adobe se realiza como cualquier mampostería, pero se utiliza mortero de tierra. El sistema denominado tapial consiste también en la construcción de bloques de tierra, pero estos se van construyendo directamente en el muro en su ubicación definitiva. Se utilizan encofrados parciales que se van rellenando por capas de tierra que se comprimen de manera mecánica o manual. Los moldajes se van trasladando alrededor del edificio en capas horizontales ascendentes hasta constituir una mampostería de tierra que carece de mortero.

La investigación de realiza en un contexto de alto riesgo sísmico y recursos limitados con una ética ecológica, razón por la cual no se considera en este estudio el uso de estabilizantes que pudieran significar un mayor costo o la contaminación de la tierra. Por este mismo motivo no se consideró en el estudio la construcción con bloques de tierra comprimida (BTC), a pesar de que actualmente, es una técnica bastante difundida e investigada.

Para ambas técnicas, adobe y tapial, se estudiaron las capacidades estructurales generales, además de su comportamiento frente al sismo, y su patrón de daños hasta llegar al colapso. Luego se realizó un estudio específico de las recomendaciones, tanto formales, como constructivas de diseño antisísmico de muros portantes de tierra. Se realizó una comparación entre diferentes autores y luego una unificación de criterios. Esto dio por resultado una recopilación de las principales directrices de diseño antisísmico para construcciones en tierra portante.

Una vez realizada la comparación, se procedió al desarrollo de prototipos a escala que fueron sometidos a ensayos de impacto, los cuales mostraron comparativamente las morfologías de construcción más acordes con las técnicas de tierra portante. Por ser este artículo un reporte del avance parcial de la tesis, se expondrá aquí más bien el aporte recopilatorio, y luego, una vez sistematizados los ensayos, se procederá a exponerlos durante la ponencia.

4. DOSIFICACIÓN DE LA TIERRA Y EVALUACIÓN DE SU RESISTENCIA.

La elaboración de muros de adobe o tapial consiste en dos etapas principales: trabajos previos de dosificación de la tierra, y elaboración de bloques y/o muros.

4.1 Ensayos de reconocimiento, dosificación y humedecimiento de la tierra.

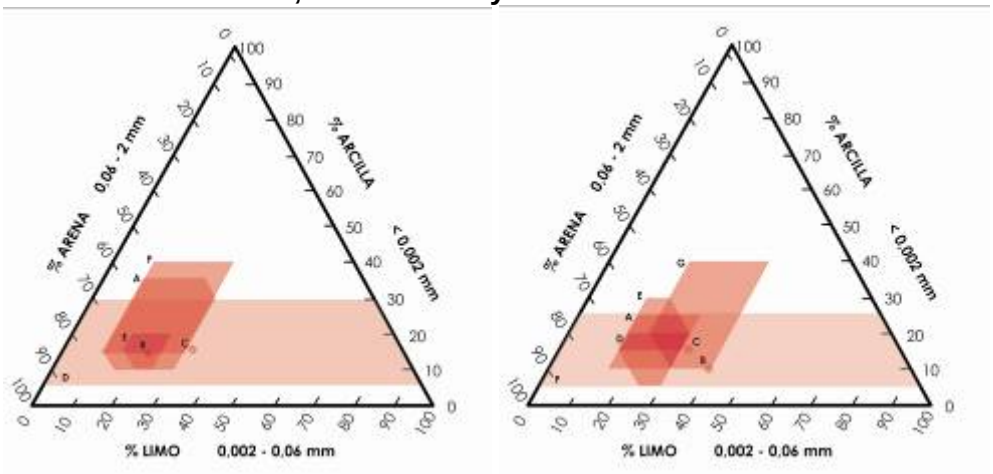


Fig.1 - Gráfico recopilatorio de dosificaciones recomendadas para adobe y tapial respectivamente. (Créditos: Macarena Gaete, 2009)

La primera etapa está compuesta por una serie de acciones; selección de las tierras, su extracción, transporte, trituración, dosificación, humedecimiento y mezclado final.

Se hizo un repaso por las características que deberá tener una tierra para utilizarse para cada técnica ya que la composición granulométrica posee una influencia en su desempeño estructural. Se vio que, además de no coincidir todas las recomendaciones, estas se basan en estandarizaciones de granulometrías diferentes, lo que hace aún más difícil su comparación. La imagen muestra rangos recomendados de dosificaciones para ambas técnicas. Es posible notar que si bien existe una coincidencia entre los rangos, la diferencia de dosificación aparente entre ambas técnicas pareciera no ser tal.(2) Luego la humedad de la mezcla se analiza en base a ensayos de humedad, bajo recomendaciones dadas por los diferentes autores. Al parecer es este aspecto el que significa la principal diferencia entre cada técnica en términos de la mezcla a utilizar.

5. COMPORTAMIENTO Y VULNERABILIDAD SÍSMICA; PATRÓN DE DAÑOS.

Las técnicas que se estudiaron constituyen muros macizos de tierra que sirven de masa y estructura del muro. Es su naturaleza fragmentaria la que permite considerar ambas técnicas como mamposterías portantes y serán consideradas en el estudio ya que su comportamiento estructural es semejante. La tierra es un material frágil, tiene una alta resistencia a la compresión, pero baja a la tracción. Se analizó en este estudio los intentos por aumentar su baja ductilidad y privilegiar estrategias compresivas de estructuración.

Es difícil determinar valores de resistencia que se ajusten con exactitud a cada técnica, sin embargo hay ciertas publicaciones que establecen rangos recomendables para cada uno. Es sabido, y se observa en el gráfico, que el tapial es algo más resistente que el adobe. Estos valores pueden obtenerse de ensayos de campo o laboratorio tales como de compresión, módulo de ruptura, penetración del cuchillo, etc. Como se observa en la tabla, las resistencias a la compresión alcanzadas son bastante diferentes y varían presumiblemente por los distintos sistemas de medición utilizados. Lo que proporciona esta tabla es una comparación de las principales publicaciones, cosa que sirve de cualquier modo cuando se requieren los valores para modelaciones digitales de análisis estructurales. Es posible notar que no aparece información alguna acerca de Módulo de Poisson, lo que podría deberse a lo impredecible del material y a la dificultad de determinación.

AUTORES	TÉCNICA	VALORES						
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	COMPRESIÓN DIAGONAL	MÓDULO DE RUPTURA	MÓDULO DE ELASTICIDAD O YOUNG	MÓDULO DE POISSON	COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO
		Kgf/cm2	kg/cm2	Kg/cm2	Kgf/cm2	Kg/cm2		
DE OLARTE	Adobe	12						
	Tapial	13,4 15,8	2,41					6%
CRATERRE	Adobe	20,3(seca) y 5(húmeda)						
	Tapial	20,3(seca) y 5(húmeda)	5 - 10,19(seca)					5 y 10m
MC HENRY	Adobe	18,28(Patty) y 30,86 (Clough)			3,51			
	Tapial	31,63(Patty) y 59,76(Clough)						
MINKE	ambos	5 - 50.				60 - 70		
NORTON	Adobe	15 - 20 o más						
GETTY	Adobe					< 7030,69		
N. MÉXICO USA NMAC14.7.4	Adobe	≥ 21,4			≥ 3,56			
	Tapial	> 21,4						
N. ZELANDA NZS4298	Adobe	> 13,25			> 2,54			
BULLETIN 5	Tapial	≥ 20,39						
OIA 1970	Adobe	≥ 17,33						
CYTED	Adobe	≥ 12,23						

Fig.2 - Gráfico recopilatorio de valores estructurales. (Créditos: Macarena Gaete, 2009)

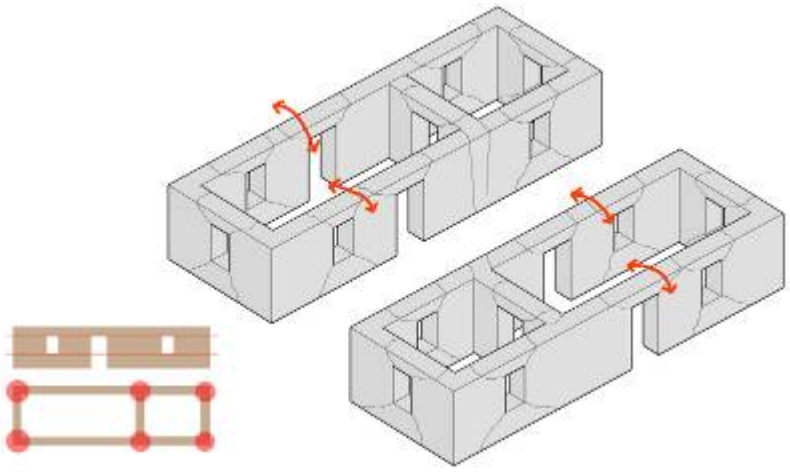


Fig.3 – Patrón de daños de una edificación tradicional y áreas de mayor riesgo estructural.
(Créditos: Macarena Gaete, 2009)

Sin embargo, no es solamente su capacidad resistente la que proporciona indicios de su vulnerabilidad, sino también el comportamiento específico de las técnicas ante un sismo. Los análisis de cálculo de las estructuras pueden realizarse durante el rango elástico de la construcción, y debido a que este es muy corto en las construcciones de tierra, al análisis se hace difícil. De esta forma, una vez que se han formado grietas en la estructura, la predicción del comportamiento se complejiza. La imagen consiste en un resumen de los principales modos de falla, tanto de las construcciones de adobe, como de tapial, establecidos por los autores. La importancia de esta descripción es que grafica la debilidad estructural de las mamposterías de tierra y su comportamiento, proporcionando a los proyectistas la posibilidad de prever la aparición de las fallas para prevenirlas. Estas grietas aparecen al someterse la estructura a esfuerzos excesivos de tracción producto del movimiento del suelo y la inercia que ejerce el peso de la estructura. Dependiendo de la dirección de la edificación, los impulsos se generan en el plano del muro o fuera de él. Es importante prever que, si bien estos daños son predecibles, es necesario saber que en ocasiones, el encuentro de daños provoca un desprendimiento de partes del muro. Para la prevención de las grietas existen dos caminos posibles y complementarios: la utilización de formas construidas adecuadas que privilegien las compresiones minimizando las tracciones, o la estructuración complementaria de los elementos de la edificación con elementos de mayor resistencia a la tracción (reforzamientos estructurales).

6. ESTRATEGIAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE; ESTRUCTURACIÓN Y MORFOLOGÍA.

6.1 Morfología del muro y el conjunto edificado.

En términos formales, los autores entregan parámetros de dimensión, morfología y configuración de los elementos de la construcción; los muros, los vanos, las esquinas y el conjunto edificado. La intensión de esta serie de parámetros, es asegurar un correcto desempeño sísmico de las construcciones portantes en tierra. En este estudio nos centramos sólo en los parámetros que tienen relación con el muro como elemento estructural de la edificación.

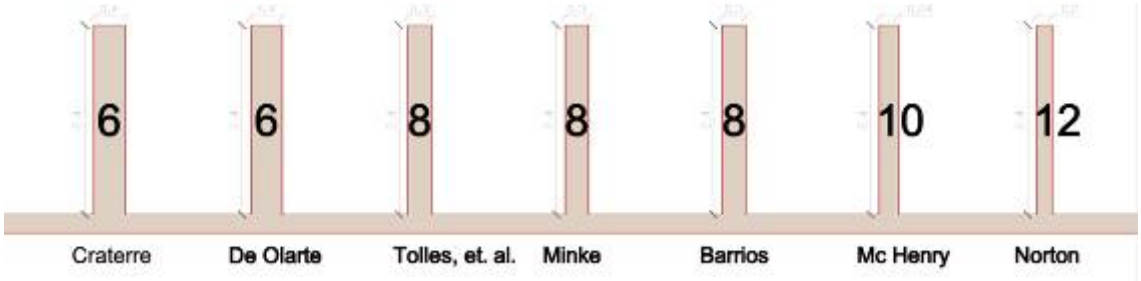


Fig.4 – Recopilación de esbelteces. (Créditos: Macarena Gaete, 2009)

Con respecto a la forma del muro se ha establecido que la relación espesor y altura es importante a la hora de considerar su geometría estructural. Esto se debe a la labor que posee la forma en la estructuración de las construcciones. Mientras algunas estructuras privilegian las tracciones, la tierra necesita una priorización de las compresiones para asegurar su estabilidad, más aún en escenarios sísmicos. La imagen muestra las esbelteces recomendadas por varios autores. Los ingenieros del Getty Conservation Institute establecen que existen tres clasificaciones de esbelteces; muros gruesos, muros moderados y muros delgados. Estos últimos, establecen ellos, deben considerar el reforzamiento con otros materiales, ya que si no, son incapaces de sobrellevar los sismos. Pareciera ser que el límite máximo de esbeltez para muros portantes de tierra en áreas sísmicas correspondería a 8. Esto debido a que los valores inferiores recomendados por Mc Henry y Norton no especifican que correspondan a recomendaciones para zonas sísmicas. Con respecto a la longitud del muro considera el reforzamiento con contrafuertes y/o vigas superiores. Con respecto a la forma del muro en corte, no hay especificaciones particulares, más que la recomendación de que se tienda a formas trapezoidales.

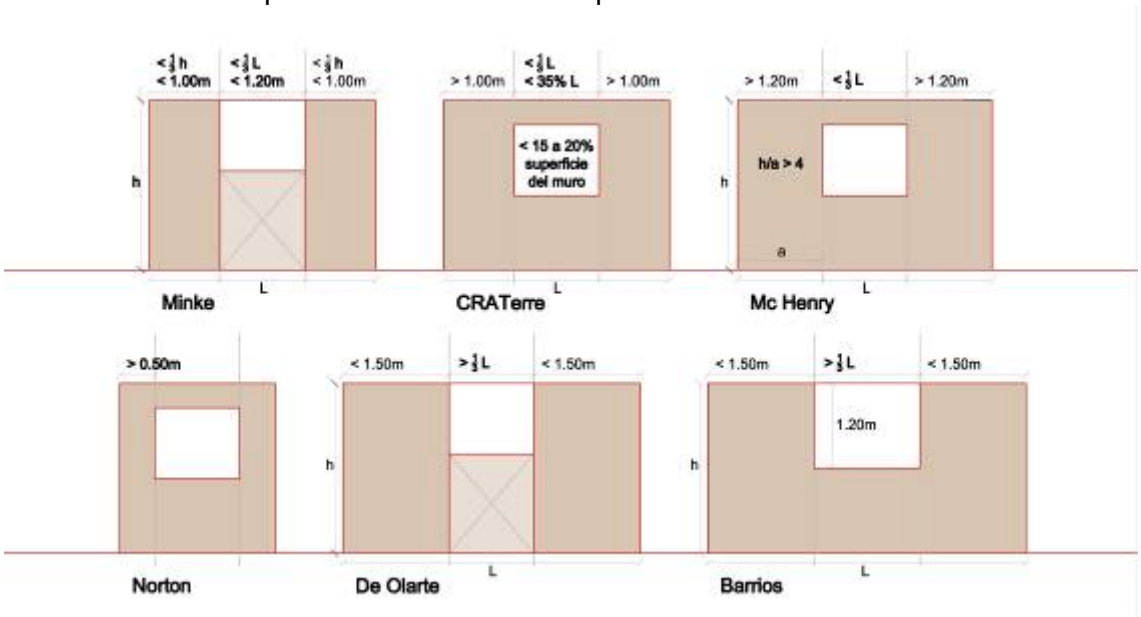


Fig.5 – Recopilación del dimensionamiento de los vanos. (Créditos: Macarena Gaete, 2009)

El estudio de los vanos se ha referido más que nada a dimensionar los largos admisibles de los mismos, a la vez que los largos de los machones que los conforman. En este sentido, pareciera haber un cierto consenso de que los machones y los vanos debieran medir entre 1.00m y los 1.50m. De esta forma, la medida que establece que el ancho de los vanos debiera medir 1/3 del largo del muro parece acertada. Llama la atención la recomendación de Jorge de Olarte que establece un mínimo de 0.30m y un máximo de 1.50m en la medida de los machones, cosa que se diferencia de las demás recomendaciones. Ahora, hay que considerar que el sistema CET de dicho autor, es un muro reforzado, cosa que cambia la perspectiva estructural del sistema. Por otro

lado, parece importante hacer notar que, tanto Gernot Minke, como Jorge de Olarte, promueven la utilización de alfeizares de materiales con mayor flexibilidad. También promueven, junto con Gastón Barrios, la supresión de los dinteles de tierra, y su unificación vertical con la viga superior. Lo que se intenta es suprimir las áreas de mayor vulnerabilidad de la edificación, los vanos, que consisten en cortes parciales del largo del muro. Estos aspectos, si bien no cuentan con análisis publicados que los avalen, parecen ser recomendaciones acertadas. Ahora, con respecto a la forma de los muros, se toma como ley, la ortogonalidad, ya que nadie considera soluciones distintas en este aspecto.

6.2 Estructuración del muro y los componentes de la edificación.

El diseño sísmico basado en la estabilidad trata de rescatar las características positivas de disipación de energía que los muros de tierra presentan después de aparecidas grietas. Esto lo hace minimizando los daños estructurales y limitando los desplazamientos de los pedazos de muro. Esta acción tiene como fin evitar el colapso y disminuir el riesgo que esto supone para los ocupantes.

Con respecto a la estructuración, se estudiaron de las recomendaciones antisísmicas en términos constructivos y estructurales. Se concluyó que existe cierto consenso de que el correcto desempeño sísmico de las construcciones depende de la correcta concepción y unión de los elementos (las vigas soleras, los cimientos y la techumbre) que deberán trabajar unitariamente ante un sismo.

Con respecto a las vigas, los autores en su totalidad recomiendan su presencia. El principal propósito de estas vigas, es conformar un collar de amarre en la parte superior del muro, que no sólo limite el movimiento de los muros hacia el exterior, sino también hacia el interior. Esto provoca que las construcciones se comporten unitariamente aún cuando los muros, como en el caso del sistema CET, sean monolíticos y discontinuos los unos de los otros. Además, la viga cumple la función de soportar el peso de la techumbre y distribuirlo uniformemente a lo largo del muro. Los autores establecen también que las vigas deberán estar bien ancladas a la parte superior de los muros, con el fin de tender a una estructura unitaria.

Dentro de los contextos sísmicos, los autores parecen recomendar siempre cimentaciones de hormigón. Si bien existen construcciones exitosas con fundaciones de tierra, ladrillos y piedras, el hormigón da una mayor resistencia a los asentamientos diferenciales durante los sismos. Con respecto a la forma, cabe decir que los parámetros convencionales para la albañilería podrán ser utilizados. Considerando, sin embargo, que el peso de estas construcciones de tierra es relativamente mayor y bastante significativo. Se deberá considerar también el correcto anclaje de los cimientos con el muro mediante varillas.

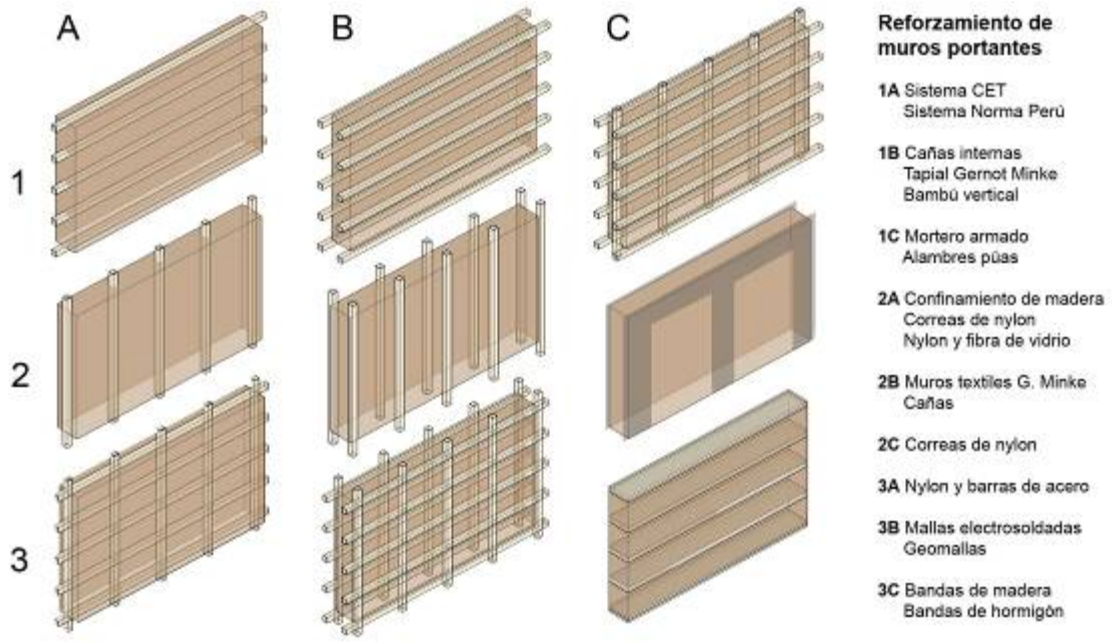


Fig.6 – Esquema de los distintos sistemas de reforzamiento para muros de adobe o tapial.
(Créditos: Macarena Gaete, 2009)

Se habló de la importancia de reforzar muros macizos de tierra portante para proporcionar al muro la resistencia a la tracción y ductilidad necesaria para sobrellevar los sismos sin derrumbes. La imagen muestra las tipologías de reforzamientos que se han recopilado hasta el momento. Estos consisten en varillas, huinchas o tablas de diferentes materiales: madera, nylon, caña, metal y mallas. La columna A muestra los reforzamientos al interior del muro. La columna B, los externos. La columna C muestra casos diferentes, como la estructura mixta interior-exterior (C1), las mallas desarrolladas por la Pontificia Universidad Católica del Perú (C2) y finalmente las bandas horizontales de madera u hormigón. Aún el estudio no contempla una comparación certera del mejor o peor funcionamiento de los diferentes sistemas. Lo que sí es posible decir, es que el Getty Conservation Institute privilegia la estructuración interna, por sobre la externa. Por otro lado, parece adecuado considerar refuerzos en ambas direcciones, ya que estos casos consisten casi en una malla que resiste los esfuerzos. En cualquier caso, parece adecuado acentuar el reforzamiento en las zonas críticas donde comienzan y se acentúan las fallas, como lo son las esquinas y los dinteles de vanos.

7. REFLEXIONES FINALES Y CONCLUSIONES

Consientes de la necesidad de poner a prueba estas recomendaciones, el estudio intentó recopilarlas y compararlas como un primer paso. Además se realizó un esfuerzo por comprender el comportamiento de las estructuras portantes de tierra con el fin de realizar la segunda etapa de la investigación; el ensayo morfológico. El trabajo que prosigue, consiste en la puesta a prueba de prototipos a escala. La intensión es develar las morfologías constructivas que correspondan a una mejor estructuración para estas técnicas en particular, y se parte de la premisa de que el modelo hispano (ortogonal) no es el más adecuado para las técnicas del adobe y el tapial en zonas sísmicas. Se apuesta por que, si bien podrían considerarse como menos utilitaria (al menos en un pensamiento convencional), las morfologías circulares, tienden a distribuir las fuerzas de manera menos concentrada, y por lo tanto más conveniente. Con respecto a la ubicación y magnitud de los vanos, se apuesta por la supresión de los dinteles evitando así la concentración de tensiones.

Ahora bien, es imposible desconocer y demandar la existencia de fuertes vacios de conocimiento que provocan la formulación de mitos e inexactitudes en torno estos temas. Dichos vacios se deben principalmente a la inexistencia de estandarizaciones internacionales, capaces de regir, tanto ensayos como análisis digitales de los prototipos. Junto con esto mismo, es necesario denunciar la pequeña cantidad de criterios de diseño antisísmico que se encuentran en publicaciones y que explican los parámetros de justificación de dichas recomendaciones. Aparecen contradicciones, como por ejemplo que los muros soporten la techumbre o no lo hagan. Mientras el ingeniero Gernot Minke propone prototipos interesantes con estructuración independiente, otros autores establecen que el peso de la techumbre es una herramienta para arriostrar los muros. Recomendaciones cruzadas como estas podrían significar dos cosas; publicadores con poca experiencia y respaldo técnico, o recomendaciones no cabalmente desarrolladas ni explicitadas.

Parece necesario referirse a la dificultad con la que se accede a la información en Chile. Tanto en términos de publicaciones, como en el acceso a laboratorios equipados para fines de la evaluación estructural, son acciones que son aún en Chile una quimera. Se debe mencionar que se está consciente que varias recomendaciones importantes han quedado fuera del estudio debido a sus elevados costos de adquisición o imposibilidad temporal.

Bibliografía

Arquitectura en Tierra. APUNTES, Instituto Carlos Arbeláez Camacho para el patrimonio arquitectónico y urbano (ICAC). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, vol. 20, (2). Julio-Diciembre 2007.

BARRIOS, Gastón. Manual de construcción en adobe. 2da Edición. Santiago de Chile, Editorial Universitaria, enero de 1994.

BLONDET, Marcial. VILLA, Gladys. BRZEV, Svetlana. Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: tutor. Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A tutorial. [en línea]: Publicado como una constribución a la Enciclopedia Mundial de vivienda del EERI/IAEE World Housing Encyclopedia, Marzo de 2003. [fecha de consulta: Junio de 2009]. Disponible en: www.world-housing.net

CRATerre, HOUBEN, H., GUILLAUD, H. CRATerre. Traité de construction en terre. Editions Parenthèses, 3era edición, Marsella, Francia, 2006.

DE OLARTE, J., GUZMAN, E. Manual de edificación con tierra armada. Diseño, cálculo y construcción con el sistema CET. Comunidad de Madrid, Madrid, España, noviembre de 1993.

Informe técnico, Comité "ADOBE" por Camilo Sánchez "et al". [En línea] pdf, Santiago de Chile, Instituto de la Construcción, Junio de 2005. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2009] Disponible en: www.iconstruccion.cl

JIMENES, Carmen., CAÑAS, Ignacio. The selection of soils for unstablished earth building: A normative review. [en línea]: Departamento de Cosntrucción y Vías Rurales, Escuela Tñecnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, Marzo de 2005. Disponible en línea desde septiembre de 2005. [fecha de consulta: Junio de 2009]. Disponible en: www.sciencedirect.com

Ley TB-2405-1. Adobe Policy. San Diego County, California, USA, 7 diciembre de 1981.

RED PROTERRA [en línea]: 2009-. [Fecha de consulta: Junio de 2009]. Disponible desde internet: www.redproterra.org

McHENRY Jr., Paul Graham. Adobe and rammed earth buildings. Design and construction. 2da Edición. Arizona, The University of Arizona Press, 1984.

MINKE, Gernot. Manual de Construcción en tierra. La tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual. 2da Edición 2001, Montevideo, Uruguay, Editorial Nordan Comunidad, 1994.

MINKE, Gernot. Manual de Construcción para viviendas antisísmicas de tierra. 2da Edición Abril 2005, Alemania, Forschungslabor fur Experimentelles Bauen, Universidad de Kassel, Septiembre 2001.

NORMA E.080. Norma Técnica Adobe. [en línea] Perú. [fecha de consulta: Junio 2009]. Disponible en: www.ing.udep.edu.pe

NORTON, John. Building with earth. A handbook. 2da edición. Reino Unido. Intermediate technology publications, 1997.

SAN BARTOLOMÉ, A., QUIUN, D., ZEGARRA, L. Técnicas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe. [en línea] XIV CNIS Guanajuato León, Perú. [Fecha de consulta: Junio de 2009] Disponible en: www.preventionweb.net

Tolles, E. Leroy, Edna E. Kimbro, y William S. Ginell, Frederick A. Wedster. Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures. Final Report of the Getty Seismic Adobe Project. CGI Scientific Program Reports. [en línea]: Getty Conservation Institute. Los Angeles, USA, 2000. [fecha de consulta: Junio 2009]. Disponible en: www.getty.edu/conservation/

Tolles, E. Leroy, Edna E. Kimbro, y William S. Ginell. Guías de planeamiento e ingeniería para la estabilización sismorresistente de estructuras históricas de adobe. Informes del Programa Científico del GDI. [en línea]: Getty Conservation Institute. Los Angeles, USA, 2002. [fecha de consulta: Junio 2009]. Disponible en: www.getty.edu/conservation/

VARGAS, Julio, TORREALBA, Daniel, BLONDET, Marcial. Construccion de casas saludables y sismoresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas. Perú, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.

Notas

(1) Las entrevistas fueron realizadas a especialistas del área; Hugo Pereira (Chile), Julio Vargas Neumann (Perú), Santiago Arias (Chile), Pedro Hidalgo (Chile), Jorge de Olarte (Perú), Marcelo Cortés (Chile).

(2) Es importante hacer notar, que se consideró en el estudio, el uso de estabilizantes no contaminantes, como la paja (adobe) y la compactación (tapial).

Curriculum

Macarena Gaete Cruz: Arquitecta de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. Master en Arquitectura (MARQ) en realización en la misma Universidad. Tesis proyectual para ambos títulos en tecnologías de construcción en tierra cruda. Esta ponencia corresponde a parte de la investigación realizada para graduarse del Master en Arquitectura. 2009 trabajó en la oficina Surtierra Arquitectura junto al arquitecto Marcelo Cortés.

A CASA DE TAIPA NO LITORAL SUL DE ALAGOAS: REGISTROS ESCRITOS E VISUAIS

Maria Angélica da Silva
Programa de Pós-graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões – Av. Lourival Melo Mota s/n, Tabuleiro do Martins, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. Tel: (82) 3214-1309; E-,mail: mas@cnpq.br

Melissa Mota Alcides
CESMAC – Centro de Estudos Superiores de Maceió, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Rua Est. Teixeira de Freitas, 264, Bloco Leste, apt. 704, Pinheiro, 57055-660, Maceió-AL, Brasil. Tel (82) 9326-1747; E-mail: motamelissa@yahoo.com.br

Alice Mesquita Jardim (3)
UFAL – Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, R. José de Alencar, 291, apt 102, Farol, 57051-565, Maceió-AL, Brasil. Tel (82) 93023465; E-mail: alicejardim@gmail.com

Tema 3 Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento
Palavras-chave: Arquitetura em terra, taipa, patrimônio imaterial

Resumo
A técnica da taipa de sopapo consiste na produção de um arcabouço de madeira prenchido com terra. Foi implantada durante o período de colonização do Brasil, pelos portugueses, possivelmente trazida da África, e ainda é utilizada no Nordeste do Brasil. Nos pequenos povoados, nas áreas rurais e mesmo na periferia de grandes cidades, surgem as casas edificadas com esta técnica, prolongando-se às vezes por ruas e partes de bairros. Ainda restam exemplares construídos dentro de um proceder que atravessou os séculos mas, com o avanço da consciência ecológica e dos próprios mecanismos de proteção de determinadas áreas por seu valor ambiental – que proíbem a extração da madeira do mangue, por exemplo – e outras modificações sócio culturais em andamento no Brasil, ocorreram modificações no processo construtivo. Tais mudanças, muitas vezes resultam em edificações de caráter bastante frágil. Portanto, vislumbra-se em horizonte próximo o ocaso desta prática construtiva, o que demanda um registro urgente dos procederes vinculados à mesma.
A historiografia acerca da arquitetura de terra no Brasil, em especial de suas técnicas, ainda é bastante escassa. Contudo, a presença material das casas de taipa permite que elas mesmas, na sua existência concreta, sirvam de ferramenta de investigação. Além disto, o recurso à história oral e os registros de caráter audio-visual têm se apresentado como formas bastante operacionais de resgatar informações para a escrita de uma história da tecnologia da arquitetura vernacular, ao mesmo tempo em que constituem, em si mesmos, documentos de memória.
O objetivo desta comunicação é a apresentação dos resultados obtidos em pesquisa realizada no povoado de Poxim, situado ao sul de Alagoas, Brasil, onde foi possível o registro de importantes aspectos do patrimônio material e imaterial vinculados à produção da taipa, tanto na construção de casas de moradia como em “casas de farinha”, locais de fabrico de um alimento básico na refeição brasileira. A investigação resultou em um trabalho acadêmico textual e em registros no formato áudio visual.

1. A ARQUITETURA DE TERRA NO BRASIL

Dentre as técnicas mais representativas da arquitetura de terra, o processo de construção mais utilizado no Brasil, sobretudo no Nordeste e em Minas Gerais a partir do século XVI é a taipa de mão, sopapo ou pau-a-pique. Os materiais empregados na construção são diversos, dependendo da disponibilidade de cada região. Ainda podemos encontrar a quincha ou bahareque, a taipa de pilão e o adobe. Atualmente,

porém, todas essas técnicas encontram-se em desuso e, consequentemente, a importância do seu registro através da história oral e da utilização dos recursos áudio-visuais, torna-se urgente.

As casas de taipa, como são chamadas no Nordeste, são construídas com as coisas que a terra dá: o barro, a água, os finos galhos de algumas espécies arbóreas, as palmas ou palhas das palmáceas como o coqueiro. E, o processo construtivo em si, coloca-se como uma importante via de acesso ao conhecimento de valores, à identificação com o local de morada, à maneira de idealizar um novo espaço, materializado, e do modo de vida das pessoas que habitam pequenos povoados em diferentes localidades, interioranas ou costeiras.

Ao que se refere aos aspectos técnicos, a taipa é uma antiga técnica construtiva consistindo em paredes erguidas a partir de terra úmida socada em moldes (a taipa de pilão) ou de tapamento. Constitui-se de finos e longos galhos que serve de estrutura da parede vedada com barro. Geralmente as casas de taipa são cobertas de palha ou de telha cerâmica, neste último caso, quando os donos das moradas têm mais recursos financeiros.

As etapas de construção que envolvem a edificação em taipa são ricas e variadas. Podemos citar o envarado, o barreiro e o tapamento como as fases mais importantes. Com relação ao tapamento, podemos dizer que esta etapa possui um aspecto lúdico que se torna evidente com o clima de festa durante o trabalho com cantigas e brincadeiras entre os participantes. O beneficiário do tapamento oferece bebida e comida aos parentes e/ou amigos aos que cooperam nesta tarefa. Pelo trabalho no tapamento de uma casa de taipa não há retribuição direta em dinheiro.

Dessa forma, podemos perceber a riqueza e a variedade de aspectos sociais, antropológicos e culturais que envolvem o fazer da casa de taipa, motivo pelo qual o Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem (registrado no CNPq desde 1998) e sediado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, realizou a pesquisa intitulada: Modos de Construir, Modos de Alimentar: Memórias da Paisagem Caeté nas Alagoas, cujo principal objetivo era mapear e registrar as práticas do patrimônio imaterial para fins de tombamentos futuros, com recursos advindos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, no povoado de Poxim (Coruripe, Alagoas, Brasil). Dentre as práticas do patrimônio imaterial mapeadas, destacamos neste artigo o registro das etapas construtivas que envolvem a edificação em taipa.

2. POXIM E A TAIPA

O sul de Alagoas configura-se enquanto uma porção do território que apresenta uma vicejante dimensão histórico-cultural. Além do emblemático acontecimento canibalístico envolvendo os índios Caetés e o Bispo Sardinha, catequista português, no século XVII, as terras desta parte do Nordeste foram ocupadas inicialmente pelos colonizadores portugueses e, seguidamente, pelos holandeses que, para além dos feitos bélicos, nos deixaram um importante legado de imagens, objetos, escritos e fragmentos da história que venceram o tempo e registraram a história e a cultura deste território. Artistas e cientistas como Frans Post, Albret Eckhout, George Marcgrave e Guilherme Piso produziram imagens da paisagem nordestina nos séculos XVI e XVII privilegiando o recorte geográfico em questão e escritos ondem descrevem, dentre outros aspectos, os materiais naturais vinculados à arquitetura vernacular, como observamos mais especificamente no caso da descrição do urucuri iba (*Siagrus coronata* L.): *"Os ramos desta árvore ou folhas servem para cobrir cabanas e para fazer amarras são muito flexíveis"* (MARCGRAVE, Jorge. 1942: 123). Essas amarras

possivelmente eram utilizadas para deixar mais firmes o varado das casas de taipa, dentre outras utilizações.

Quanto às palhas, elas são mencionadas no relato de Marcgrave, vinculando-as às edificações:

"Carana iba. Copaíba. Ibixuma. Coapoiba. Buripicaiba . *I* biruba. Maratatabiba. *CARANA IBA e ANANACHICARIRI (termos indígenas). [Coqueiro] Na extremidade de cada ramo, se acha uma folha redonda, dotada de pregas como um guarda-chuva de mulher* (gallis parasol), *de cor verde; da extremidade até quase o meio é dividida em muitas outras folhas carinadas, semelhantes às folhas da tamareira. (...) As folhas servem para cobrir choupanas e para o fabrico de cestos; com a madeira fazem-se cercados para se prenderem ovelhas e animais de carga; os portugueses os denominam* Curraes." (MARCGRAVE, Jorge. 1942: 130.)

Outra folha também referenciada na literatura e largamente empregada até os dias de hoje na cobertura das casas é a do coqueiro:

"Quando vão construir uma casa, levantam primeiro os esteios e escoras, estendem sobre eles um ripado sobre o qual armam o telhado, coberto de telhas ou de folhas de coqueiro. Vivem nessas habitações." (BARLÉUS, Gaspar. 1977: 72)

O registro das espécies vegetais utilizadas na construção de terra, encontrado na obra holandesa, foi confirmado através de um trabalho de história oral realizado com os habitantes da região. Sobre a utilização das palhas nas casas de taipa, Dona Maria José dos Santos informou que:

"aqui as casa é tudo de paia, aqui só não, no mundo por aqui nessa redondeza de praia, até onde eu moro, é tudo casa de paia, tirava a paia, acabar abria, eu mermo, uma casa que eu tinha, eu quem abriu a paia todinha pra cobrir a casa (...). Era de paia rosadinha, depois foi que o povo foi... se aletrando, aí pegaram o tapado de barro, tapadinha de barro (...). Lá no Miai onde eu morei e me criei, era. Foi todo mundo casinha de paia, (...) aí pegaram fazer a casinha de barro, outro arrumava a esteira, cobria, outro acobria de paia." (Dona Maria José dos Santos, 2006)



Fig.1 – Casas de taipa cobertas com palha de coqueiro (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

Fazendo parte deste espaço natural registrado pelos colonizadores portugueses e holandeses, encontra-se o povoado de Poxim, município de Coruripe, integrante do extremo sul de Alagoas. Esta localidade, e outras vizinhas, à primeira vista,

configuram-se como incipientes, com arruado pouco definido, casario singelo, morada de pessoas simples, que mantêm pouco contato com regiões economicamente mais desenvolvidas. No entanto, guardam evidências de um passado distante, registrado nos relatos dos colonizadores viajantes, fragmentos na longa duração, concretos e imaginários, que ainda pontuam a paisagem e a vida do lugar.

Poxim foi fundada no início do século XVII, estrategicamente posicionada entre duas importantes vilas dos primeiros séculos coloniais: Santa Maria Madalena da Lagoa do Sul e Penedo do São Francisco, fato que atesta a sua importância, sendo elevada a Vila Real em dez de fevereiro de 1733. Território inicialmente composto por grandes extensões de florestas atlânticas, em Poxim, na atualidade, as matas se inscrevem como lacunas no território perceptivo dos moradores. Antes da cana, cobertura vegetal predominante na zona da mata alagoana, a paisagem era composta por vastas áreas de terra cobertas por árvores de incontáveis espécies. Mas o tempo, que é uma variável fundamental sobre a paisagem, também deixou marcas no horizonte da paisagem do povoado. Hoje, em Poxim, a cana se aproxima da área povoada. De modo semelhante, no sítio habitado, o tempo também deixa marcas e a casa de taipa, se inscreve discretamente no conjunto arquitetônico, dando lugar às casas de blocos de cimento ou tijolos de barro, sendo reduzido gradualmente o número de casas de taipa cobertas com palha de coqueiro. Entretanto, os moradores mais antigos das localidades pesquisadas, ao serem indagados sobre a paisagem do passado, dão importância a este tipo de morada não apenas pelas vantagens em relação ao custo de sua edificação ou pela sua materialidade como teto que abriga, mas, sobretudo, por tudo aquilo que uma casa de taipa traz de lembrança para estes e outros moradores do sul de Alagoas.

“Eu acho a casa de taipa mai segura do que a de tijolo, é mai segura porque ela é toda amarrada, com (...), de (...), tesoura, tudo, amarrada de cipó, lugar que tem prego, lugar de tudo, e a de tijolo não pega prego em canto nenhum. A casa de tijolo, depois dela rachar ela vai se embora, né?! E a casa de taipa ela aparta todinha, ela aparta as parede todinha e sendo bem feita, ela acenta no chão, e não cai.” (Seu Bé, 2006)

Assim, a singularidade desse povoado reside no fato de ainda ser possível encontrar uma memória sobre os tempos coloniais, que se evidenciam não apenas no discurso dos moradores sobre fatos históricos relacionados ao sul de Alagoas, mas sobre práticas que venceram o tempo e sobre o significado atribuído a bens de significação como a técnica da taipa que pontua o cotidiano das pessoas de Poxim como sinal patrimonial que, oscilando entre a materialidade e a imaterialidade espelham a essência do singular povoado.

As pessoas que vivem em Poxim acumulam, comparam e comunicam experiências do morar e, neste sentido, a taipa se revela na paisagem de Poxim, porém não é apenas uma marca imóvel do patrimônio local.

Parte do processo construtivo, no linguajar local, é chamado “tapação”, realizado em mutirão, contendo aspectos festivos e lúdicos, atreladas a cantigas e rituais, evidentes quando homens, mulheres e crianças misturam-se durante o trabalho coletivo de construção da morada. Enquanto o envarado das paredes é preenchido com barro, o beneficiário oferece bebida e comida aos parentes e amigos que cooperam nesta tarefa. Além de baratear os gastos, o tapamento desempenha importante papel na definição de laços de solidariedade entre as pessoas que cooperam nesta prática.

"Quando vai construi as casa de taipa. Aí o pessoal fazia o barro, o barreiro , fazia o barrero, e depois da, do barro feito se agarrava tudinho, os velho, as pessoa, os home um com o outo, e saia pizando o barro, cantando, cantando, tudo cantando e pizando o barro, né? (...) Os homens, né, sempre prá fazer o barrero, o barrero é ajuntá aquele bocado de barro, abre um buraco assim no meio, e a gente ia carregando água do rio tudo com um pote, e jogando ali naquele meio, né, do, do, barro. Aí eles iam misturando a água com o barro né, prá poder ligar. (...) Prá poder botar na parede. Mas nessa processo assim deles tá com a inchada traçando o barro, que nem faz massa prá reboco, né, fica traçando, traçando. Depois que, que traçava assim o barro, aí vinha aquela turma. Chamava as mulheres, prá gente ir, aí abraçava um com o outro, mulher e homem, tudo agarrado, e a gente cantava, repara que música – Me lembro que um tio meu., ele cantava assim – "Bora amassar o barro!" – a gente vinha aí cantava é: Eu vi o bico do sapato de/ Eu vi o bico do sapato de iá-iá/ Eu vi o bico do sapato/ Eu vi o bico do sapato da iá-iá/ Ô sinhá!/ Eu vi o bico do sapato de iu-iu" (Grupo de Mulheres, 2006)

"E era bonita a festa, era bonita, e a senhora quer ver bom, era na tapagem da parede, como ele falou, da casa, sim (...). Já, já, alcancei muita também, alcancei, alcancei muita tapagem de casa, era lindo também, era, muito lindo, é. A parte mais bonita da tapação era o barreiro, o barreiro, é. O barreiro é onde cava o barro, sabe? Sim, faz o barro pra levar pra parede, é. Tem também o envarado, tem o pisoteamento pra pisotear o barro... era pisar o barro e fazer o barro, era o mais bonito, da tapagem da casa, sabe? Sim, é." (Seu Bé, 2006)



Fig.2 – O envarado (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)



Fig.3 – As pessoas da comunidade pisando o barro para a tapação do envarado da caisa de taipa (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)



Fig.4 – A tapação da casa de taipa (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

3. O REGISTRO DA TAIPA

A investigação focou-se nos modos de fazer e modos de saber transmitidos de geração em geração através de mais de três séculos aferindo, portanto, a continuidade e a importância histórica de práticas certamente permeadas pela diversidade cultural que caracterizou a ocupação da região Nordeste como um todo. Para tanto, depreendemos que os dias que vivemos no presente também podem ser explicados pelos dias que os precederam. Visíveis ou não, sinais de um passado distante acrescentam à nossa realidade outras realidades.

Com o objetivo de identificar antigas práticas culturais ainda presentes nos hábitos dos moradores, essas informações imagéticas foram contrapostas com os cenários atuais das comunidades estudadas através de levantamento fotográfico e, especialmente, dos dados adquiridos através da oralidade dos membros dos povoados de Poxim. Este e outros localizados em áreas vizinhas, à primeira vista configuram-se como incipientes, com ruas indefinidas, casario singelo, habitados por pessoas simples. No entanto, guardam evidências de um passado distante, fragmentos de longa duração, concretos e imaginários, que ainda pontuam a paisagem e a vida que a anima.

A relação construída no decorrer da pesquisa estabeleceu laços estreitos com os moradores facilitando a naturalidade dos depoimentos. Muitos moradores, como D. Anadeje, recebe a equipem em sua própria casa. Momentos espontâneos, como as cantigas, também foram resultado dessa familiaridade.



Fig.5 – Entrevista com Dona Anadeje (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

Durante o período do trabalho a equipe esteve em contato com os moradores em busca de registrar a construção de uma casa de taipa, do envarado ao tapamento. No entanto, no período de um ano de registro de práticas imateriais em Poxim, além dos depoimentos foi registrado apenas o retoque em uma casa já consolidada.

O processo de montagem do vídeo se deu pela curadoria dos depoimentos mais relevantes, com os trechos que representam a familiaridade com esse tipo de moradia. A elaboração de um texto narrativo aliado a uma trilha sonora de caráter regional delineou o formato do vídeo.

O vídeo inicia-se com um resgate dos tempos em que as casas de taipa eram destaque na paisagem do povoado. O processo de construção narrado é ilustrado por registros do retoque, guiado por depoimentos de seus próprios “fazedores” e cantigas que rememoram tempos onde essa prática se fazia mais presente. Durante o retoque, fragmentos são recobertos por um novo barro, resgatando a memória do trabalho coletivo e o clima de festa.



Fig.6 – O clima de festa durante o retoque. Trecho do vídeo “Coisas que a terra dá: a taipa no Poxim” (créditos: acervo do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem, 2008)

O processo de registro da taipa resultou em uma expressão espontânea de memórias e imagens concretas da presença forte dessa prática no povoado. Como contrapartida ao povoado, o vídeo foi exibido para a população na parede lateral da igreja de Poxim.

O ato de construir casa de taipa já não é uma prática comum ao dia a dia do povoado. “Coisas que a terra dá: a taipa no Poxim” trata da relação dos moradores com esse tipo de construção, ressaltando esse modo de viver que se eterniza na paisagem e na memória de seus moradores.

Bibliografia

ANDRADE-LIMA, Dárdano et al. *O Herbário de Georg Marggraf* (1986). 2 volumes, Rio de Janeiro: Fundação Nacional Pró-Memória; Recife: Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco.
BARLÉUS, Gaspar (1977). *História dos Feitos Recentemente praticados durante oito anos no Brasil.* São Paulo: Itatiaia Ed.
BERNARDI, Bernardo (1974). *Introdução aos estudos etno-antropológicos*. Lisboa: Edições 70.
DIEGUES, Antônio Carlos & ARRUDA, Rinaldo S.V. (Orgs.) (2001). *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP.
MARCGRAVE, Jorge (1942). *História natural do Brasil*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado.
PISO, Guilherme (1948). *História Natural do Brasil Ilustrada*. Trad. do Prof. Alexandre Correia. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski (2000). *A Investigação da Natureza no Brasil Colônia*. São Paulo: Annablume: Fapesp.
SOUZA, Gabriel Soares (1938). *Tratado Descriptivo do Brasil em 1587.* São Paulo/Rio de Janeiro/Recife/Porto Alegre: Companhia Editora Nacional.

Nota
A pesquisa que embasou este artigo foi desenvolvido com o apoio da Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas – FUNDEPES/ UFAL e com o financiamento do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.

Currículos

Maria Angélica da Silva, Arquiteta, professora da Universidade Federal de Alagoas, doutora em história social pela Universidade Federal Fluminense/Architectural Association School e Pós Doutoramento em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico da Universidade de Évora. Pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil e coordenadora do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem/UFAL.

Melissa Mota Alcides, Arquiteta (UFAL/BR, 2001), MA em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UFAL, 2005). Professora da Faculdade de Arquitetura do Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC-UFAL).

Alice Mesquita Jardim, Arquiteta (UFAL/BR, 2007). Coordenadora do Setor de Registro Aúdio Visual do Laboratório de Criação Tabaêtê do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem.

APRENDER A CONSTRUIR COM TERRA ATRAVÉS DA *ANDORINHA-DOS-BEIRAIS*

Bruno Silva[1], Fernando Nunes[2], José Correia[3], Pedro Tavares[4], Humberto Varum[5], Jorge Pinto[6]

[1, 6] Departamento de Engenharias, ECT. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal. bruno_silva06@hotmail.com; tiago@utad.pt

[2, 3,4] CQVR. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal fnunes@utad.pt; jcorreia@utad.pt**;** ptavares@utad.pt

[5]Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (UA). Campus Universitário de Santiago. 3810-193 Aveiro. Portugal hvarum@ua.pt,

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT
Palavras-Chave: Construção de terra, construção sustentável, materiais naturais.

Resumo
O facto de a terra ser natural, ecológica, reciclável e abundante faz com que possa ser considerada um material de construção de eleição e com um enorme potencial. Na construção tradicional portuguesa as soluções construtivas que usam terra como material de construção têm uma importante expressão. Este património construído necessita de ser conservado. Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objectivo dar um contributo na temática das soluções de melhoramento do comportamento e do reforço de elementos construtivos de terra a partir do estudo biomimético de um ninho da *andorinha-dos-beirais*. De modo a identificar a eventual existência de algum fenómeno de aglutinação ocorrido durante o processo de construção do ninho da *andorinha-dos-beirais*, procedeu-se a um trabalho experimental de caracterização a partir de amostras extraídas de diferentes ninhos recolhidos na zona de Vila Real. Para a identificação/caracterização da composição química inorgânica elementar e mineralógica realizaram-se análises em Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS) e em difracção de raios-X. Para a identificação/caracterização da composição orgânica foi feita a quantificação colorimétrica do teor de proteínas pelo método do biureto, e do teor de polissacarídeos/açucares pelo método dos açúcares totais. Os resultados experimentais apontam para a existência de polissacarídeos/açucares no material do ninho e que possívelmente foram adicionados pela *andorinha-dos-beirais*. Por sua vez, uma simulação numérica de um ninho permitiu compreender o funcionamento desta estrutura natural de terra e verificando-se que ele funciona essencialmente à compressão. Ensaios mecânicos de provetes de solo argiloso misturado com uma solução aquosa à base de um polímero extraído do ninho revelaram uma melhoria de comportamento mecânico. Pretende-se que a partir dos resultados obtidos neste trabalho de investigação se possam retirar sugestões para o desenvolvimento de soluções de estabilização e de melhoramento de elementos construtivos existentes de terra.

1. INTRODUÇÂO

Cerca de metade da população mundial, aproximadamente três bilhões de pessoas em seis continentes, habita ou trabalha em edifícios construídos em terra (Rael, 2008). Nos países menos desenvolvidos esta realidade atinge cerca de metade dos edifícios. A construção de terra é um património mundial que reflecte a diversidade cultural (Carvalho *et al*., 2008).

Exemplos de construções antigas de terra são a *Muralha da China*, na China, de 2000 A.C. (Greatwallchina, 2005) e a cidade de *Arge Bam*, no Irão, de 500 a.C, este impressionante património de terra também é revelador que este tipo de construção pode ter uma enorme durabilidade. Paralelamente, também existem construções de terra de vanguarda tais como o *Adobe Repository for Buda Statue*, no Japão, de 2001 (Rael, 2008) e o *Desert Cultural Centre*, no Canada, de 2006 e que são reveladoras de que a construção de terra é uma alternativa de construção do futuro.

A *biomimética* é uma área da ciência que se baseia no estudo da natureza de forma a extrapolar novas formas de adaptação ao planeta. Mecanismos biológicos e estruturas naturais são dois exemplos de modelos naturais de imitação usados na biomimética. Têm sido realizados inúmeros trabalhos de investigação nesta área científica e em campos de aplicação diversos (Bar-Cohen, 2006). São exemplos, os mecanismos e as estratégias de defesa/ataque inspirados em organismos vivos, trabalhos sobre nano-materiais e transplantes de órgãos humanos e o conceito de pré-esforço orgânico inspirado no modelo do músculo do bíceps humano (André *et al*., 2003).

No presente trabalho, o ninho da *andorinha-dos-beirais* foi o modelo natural estudado. Outros exemplos de construções naturais à base de terra são o ninho da vespa solitária e o ninho das térmitas. Este trabalho de investigação pretendeu aferir se a *andorinha-dos-beirais* introduz alguma espécie de aglutinante natural na fase de construção do ninho e que possa induzir uma melhoria de qualidade do material. Esta informação poderá ser extrapolada para o contexto da construção civil e, em particular, para a construção de terra.

Para o efeito, foi necessário e fundamental efectuar uma identificação/caracterização exaustiva do material constituinte dos ninhos em termos de composição química elementar, de composição mineralógica e de composição orgânica, através de um estudo experimental que incluiu análises em Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS), difracção de raios-X, análises colorimétricas e cromatografia iónica. Os resultados experimentais obtidos indicam que a *andorinha-dos-beiriais* aparentemente adiciona uma pequena quantidade de polissacarídeoas/açucares ao solo argiloso durante o processo de construção do ninho.

Uma simulação numérica do ninho permitiu verificar que esta estrutura natural trabalha essencialmente à compressão e que é uma característica inerente às construções de terra. Por fim, também foram realizados ensaios de compressão em provetes de solo argiloso misturado com uma solução aquosa de polissacarídeoas/açucares extraída do material do ninho que revelaram um aumento da resistência à compressão.

2. A *ANDORINHA-DOS-BEIRAIS*

A *andorinha-dos-beirais*, figura 1, é uma ave migratória. Em média, o seu comprimento é de 12,5 cm e seu peso é de 18,3 g. Cada postura inclui quatro ou cinco ovos (1,9 cm comprimento, 1,3 cm de diâmetro e 1,7 g de peso). Geralmente, há duas posturas por um período estival. O ninho que é uma estrutura natural feita de solo argiloso recolhido em cursos de água existentes em zonas circundantes e próximas do ninho, é geralmente reutilizado em anos consecutivos o que requer que a *andorinha-dos-beirais* tenha que o reparar.

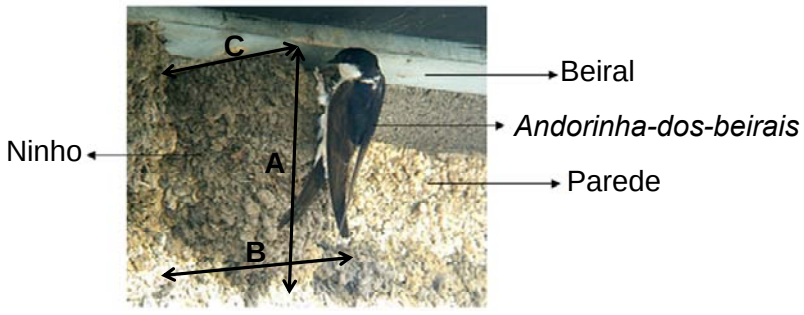


Fig. 1 - *Andorinha-dos-beirais* e ninho

Entre outros países da Europa, esta ave também passa o período estival em Portugal e, em particular, na cidade de Vila Real (capital da região de Trás-os-Montes e Alto Douro,

parte nordeste de Portugal continental) onde este trabalho de investigação foi desenvolvido.

3. O NINHO DA *ANDORINHA-DOS-BEIRAIS*

Actualmente é muito frequente encontrar a *andorinha-dos-beirais* nas áreas urbanas e em zonas próximas de cursos de água. Na figura 1 é mostrado um ninho da *andorinha-dos-beirais*, este é construído na junção da parede e do beiral permitindo desta forma a existência de duas superfícies de contacto para o suporte do ninho e criar condições de protecção do ninho em relação à chuva e ao ataque de predadores. Pode-se também observar na Figura 1 que a parede do ninho é formada por pequenas porções de argila ligadas entre si e á semelhança de uma construção de adobe. Observa-se também que as dimensões das porções de argila tendem a diminuir no sentido da base para o topo do ninho.

Neste trabalho de investigação foram usadas seis amostras de ninho que foram recolhidas em três locais diferentes de Vila Real e que são São Dinis, Mateus e Noura, figura 2. As dimensões médias de um ninho da *andorinha-dos-beirais* são 12 cm de altura (A), 18 cm de largura (B), 8 cm de profundidade (C) e 2 cm de espessura de parede.

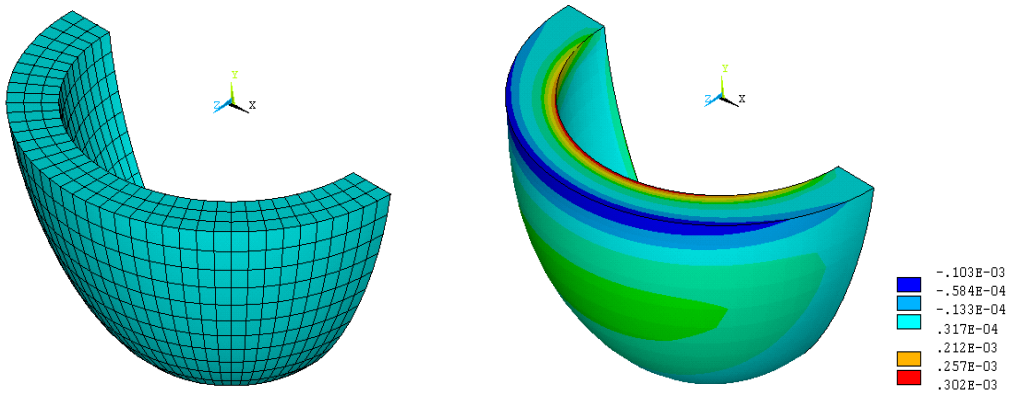
Nos ensaios de identificação/caracterização do material do ninho, que serão apresentados e discutidos nas secções seguintes, foram considerados três tipos de amostras de ninho e que são relativas aos três locais de recolha (São Dinis, Mateus e Noura). A amostra por local de recolha foi obtida através da mistura do material dos dois ninhos recolhidos nesse local.



Fig. 2 – Locais de recolha do material de referência e dos ninhos (Fonte: URL:http://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl)

4. COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DO NINHO

De modo a melhor se perceber o comportamento estrutural do ninho foi feita a sua simulação numérica através de um modelo de elementos finitos em 3D, usando o código comercial ANSYS® (ANSYS, 2008). Foi desenvolvido um modelo paramétrico em linguagem APDL do ANSYS®, considerando para tal, elementos do tipo sólido isoparamétricos hexaédricos de 20 nós (SOLID95). A figura 3-a ilustra a malha de elementos finitos resultante em que a abertura existente no topo do ninho não foi considerada por simplificação.



a) Malha de elementos finitos b) Tensões normais, σ_y, MPa

Fig. 3 – Modelo numérico do ninho

O material do ninho foi considerado isotrópico, elástico, com um peso específico de 18 kN/m^3, com um módulo de elasticidade de 1 GPa e com um coeficiente de Poisson de 0,25. Os deslocamentos dos nós que simulam o contacto ninho/parede e ninho/padieira foram restringidos em todas as direcções.

O diagrama de tensões normais segundo a direcção vertical (*y*) apresentado na figura 3-b é relativo ao caso de carga mais gravoso (peso próprio do ninho e peso de seis aves adultas). Esse diagrama de tensões mostra que o ninho está essencialmente sujeito a tensões normais de compressão sendo apenas excepção as zonas pontuais do contacto ninho/beiral e na face interna do ninho.

5. IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL DO NINHO

Tal como foi referido anteriormente, o ninho da *andorinha-dos-beirais* é construído à base de um solo argiloso. De forma a verificar este facto e a verificar se a *andorinha-dos-beirais* incorpora algum componente ao solo durante o processo de construção do ninho foram realizados vários ensaios tais como SEM/EDS, difracção de raios-X, análise colorimétrica e cromatografia iónica.

A apresentação e a análise dos resultados experimentais relativos aos ensaios de SEM/EDS, difracção de raios-X e análise colorimétrica já foram apresentados em (Bruno *et al*., 2009) onde se concluiu que os ensaios de SEM/EDS e de difracção de raios-X mostraram que as composições química elementar e mineralógica do material do ninho são similares às do solo argiloso local e, que as análises colorimétricas revelaram que existe uma quantidade expressiva de proteínas no material de ninho. Por outro lado, estas análises permitiram concluir que existe a possibilidade da *andorinha-dos-beirais* adicionar uma pequena quantidade de componentes orgânicos do tipo polissacarídeos/açúcares no solo argiloso durante o processo de construção do ninho.

De forma a identificar/caracterizar os tipos de polissacarídeos/açúcares e a quantificar estes componentes foram realizadas análises de cromatografia iónica, no laboratório de Cromatografia, da UTAD. Os polissacarídeos/açúcares foram extraídos das amostras através de hidrólise directa. Os tipos de polissacarídeos/açúcares estudados são aqueles que são considerados os mais comuns na natureza (Lee, 1996) e que são a fucose (Fuc), a arabinose (Ara), a galactose (Gal), a glucosamina (GlcN), a glicose (Glc), a manose (Man) e a xilose (Xyl).

Os resultados estão apresentados na tabela 1 verificando-se que todas as amostras de materiais incluindo a amostra de Referência, têm polissacarídeos/açúcares nas suas composições. O material das amostras de ninho de Mateus e de São Dinis têm uma

percentagem de polissacarídeos/açúcares superior (35% e 33%, respectivamente) às amostras de material do ninho de Noura e de Referência (13% e 19%, respectivamente).

Tabela 1 – Concentração de polissacarídeos/açúcares

Amostras	Fuc (mg/g)	Ara (mg/g)	Gal (mg/g)	GlcN (mg/g)	Glc (mg/g)	Man/Xyl (mg/g)	Total_1 (mg/g)
Referência	0,014 (1.7%)	0,177 (21.5%)	0,174 (21%)	0,00 (0%)	0,332 (40%)	0,128 (16%)	0,825 (19%)
Mateus	0,017 (1%)	0,220 (15%)	0,156 (11%)	0,257 (17%)	0,614 (42%)	0,208 (14%)	1,472 (35%)
Noura	0,020 (3%)	0,116 (20%)	0,105 (10%)	0,00 (0%)	0,248 (44%)	0,077 (14%)	0,565 (13%)
São Dinis	0,013 (1%)	0,202 (15%)	0,571 (42%)	0,00 (0%)	0,427 (30%)	0,165 (12%)	1,379 (33%)
						Total_2 (mg/g)	4,241

Em termos de quantidade de polissacarídeos/açúcares, a amostra do ninho Noura é aquela que é mais semelhante à amostra de Referência. Este resultado talvez possa estar relacionado com o facto do ninho de Noura ter sido recolhido num dia chuvoso e ter, por isso, havido um lixíviamento de material.

Considerando a possibilidade da *andorinha-dos-beirais* adicionar uma certa quantidade de polissacarídeos/açúcares ao material durante o processo de construção do ninho, será seguidamente identificado o tipo de polissacarídeos/açúcar que existe em maior quantidade nas amostras de ninho em relação à amostra de Referência. Os resultados da tabela 1 indicam que esse tipo de polissacarídeo/açúcar poderá ser a Glc porque as amostras de material do ninho de Mateus e de Noura apresentam 42% e 44% de Glc, respectivamente, enquanto que o respectivo valor da amostra de Referência é de 40%.

Com base nestes resultados, pode-se pensar que existe a possibilidade da *andorinha-dos-beirais* adicionar uma pequena quantidade (aproximadamente 3%) de Glc no material do ninho durante o seu processo de construção.

Contudo, estes resultados também evidenciam alguma discrepância e que poderá estar relacionada com o facto do solo argiloso utilizado como amostra de Referência não ser representativo do solo argiloso existente na região. Um trabalho de investigação adicional necessita de ser desenvolvido nesta matéria utilizando para o efeito um maior número de amostras de solo e também de ninhos.

6. ENSAIOS DE COMPRESSÃO

De forma a verificar se a adição dos polissacarídeos/açúcares identificados anteriormente no solo argiloso se traduz numa melhoria das propriedades mecânicas do material e em especial na resistência à compressão, ensaios de compressão foram realizados no laboratório de Materiais e Solos, da UTAD. Para o efeito, foram fabricados dois tipos de provetes usando solo argiloso recolhido no curso de água identificado anteriormente, figura 2. O primeiro tipo de provetes (tipo I) foi fabricado misturando ao solo argiloso 50 cl de água ultra pura. O segundo tipo de provetes (tipo II) foi fabricado misturando ao solo argiloso 50 cl de uma solução aquosa extraída do material do ninho.

O processo de extracção dos polissacarídeos/açúcares do material do ninho consistiu essencialmente em três etapas. Inicialmente, as amostras foram limpas e trituradas. Em seguida, os componentes orgânicos das amostras de material do ninho foram extraídos misturando-se 250 g de material do ninho triturado com 50 cl de água ultra pura. Finalmente, a solução aquosa extraída foi filtrada.

Foram fabricados três provetes cúbicos de 4×4×4 cm^3 para cada tipo I e II. Esses provetes foram ensaiados à compressão, à idade de setes dias, à temperatura ambiente do laboratório e usando o equipamento Machine 5equipment BETA.

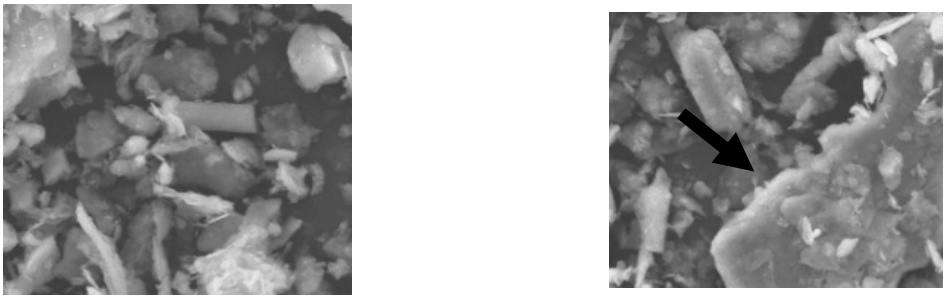
Os resultados obtidos através do ensaio de compressão estão apresentados na tabela 2 e indicam que os provetes tipo II têm uma maior resistência à compressão do que os provetes tipo I o que sugere que a inclusão de polissacarídeos/açúcares no solo argiloso poderá aumentar as propriedades mecânicas de material. Esta conclusão poderá ser de grande interesse para a melhoria do desempenho estrutural de construções de terra.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de compressão, MPa

Provetes					
I-1	I-2	I-3	II-1	II-2	II-3
0,27	0,65	0,49	0,71	0,68	0,76
Média (Tipo I): 0,47 MPa			Média (Tipo II): 0,72 MPA		

Os valores de resistência à compressão obtidos nos provetes tipo I apresentam uma grande dispersão. A justificação para este facto só poderá ser encontrada através da realização de novos ensaios à compressão usando um maior número de provestes e um maior rigor na preparação do material terra a ensaiar. Um trabalho de investigação adicional está em curso para este efeito.

As imagens microscópicas de provetes tipo I e II apresentadas na figura 4 também sugerem que existe uma diferença morfológica acentuada nos dois tipos de provetes e talvez seja resultante de um possível processo de aglutinação resultante da adição de polissacarídeos/açúcares ao solo argiloso (provetes tipo II).



a) Provete tipo I b) Provete tipo II

Fig. 4 - Imagens microscópicas

7. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

O ninho da *andorinha-dos-beirais* é uma estrutura natural construída com solo argiloso e pode ser utilizado como um modelo biomimético no contexto da construção de terra.

Actualmente, é frequente encontrar ninhos da *andorinha-dos-beirais* em áreas urbanas e, principalmente, perto dos cursos de água. As dimensões médias de um ninho da *andorinha-dos-beirais* são 12 cm de altura, 18 cm de largura, 8 cm de profundidade e 2 cm de espessura de parede.

O ninho tem uma durabilidade notável atendendo a que é reutilizado em diversos anos.

Uma simulação numérica do ninho permitiu verificar que esta estrutura natural trabalha essencialmente à compressão.

O processo de identificação do tipo de polissacarídeo/açúcar de cromatografia iónica revelou-se muito complexo. Os resultados experimentais obtidos através deste processo, ainda que não sendo totalmente coerentes, indicam que a glicose poderá ser o tipo de

polissacarídeo/açúcar naturalmente adicionado pela *andorinha-dos-beirais*. Foi sugerido que deverá ser realizado um trabalho de investigação adicional usando um maior número de amostras de solo argiloso da região e também um maior número de amostras de ninho e de forma a dissipar esta possível incoerência.

Os ensaios de compressão mecânicos sugerem que a adição de polissacarídeos/açúcares no solo argiloso poderá traduzir-se num aumento das propriedades mecânicas de material, em especial um aumento da resistência à compressão. Imagens microscópicas também sugerem que a inclusão destes componentes orgânicos poderá induzir um processo de aglutinação. Estas informações podem ser extrapoladas e utilizadas na melhoria de propriedades de material no contexto da construção de terra.

Bibliografia

André, A., Pacheco, P., Fonseca, A.(2003). *Pré-esforço orgânico – Estudos sobre a aplicação de uma nova tecnologia*. V Simpósio EPUSP sobre estruturas de concreto. São Paulo.

ANSYS – Swanson Analysis Systems Inc. Houston, Version 11.0, 2008.

Bar-Cohen, Y. (2006). *Biomimetics, Biological Inspired Technologies.* (1. ed). California, EUA: Taylor & Francis.

Bruno Silva, Fernando Nunes, Amandio Pinto, Pedro Tavares, Humberto Varum, Jorge Pinto. Perspectiva biomimética do ninho de andorinha-dos-beirais. Livro de Publicações de Resumos do VIII Seminario Iberoamericano de Construcción com Tierra (VIII SIACOT) e do II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción com Tierra (II SAACT). Editor: CRIATIAC – FAU – UNT. Junho de 2009. Tucumán, Argentina. ISBN EN TRÀMITE. pag. 100-101. Junho de 2009.

Carvalho, J., Pinto, J., Varum, H., Jesus, A., Lousada, J., Morais, J. (2008). Estudo do material terra usado nas construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Universidade Estadual do Maranhão, São Luiz, MA, Brasil.

Lee, Y. C. (1996). Carbohydrate analyses with high-performance anion-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A*, pp. 137 – 149.

Rael, R. (2008). *Earth Architecture*. PAPress editora. Princeton. Consultado online no dia 28 de Março de 2009. URL: http://www.eartharchitecture.org/

Curriculum

Bruno Silva, Mestre em Engenharia Civil (UTAD, 2009)

Fernando M. Nunes, Químico Alimentar (UA, 1995), Mestre em Quimica dos Produtos Naturais e Alimentos (UA, 1998), PhD (UTAD, 2005), Professor Auxiliar (UTAD, D. Química, desde 2005).

José Correia, Engenheiro Civil (UTAD, 2007), Mestre em Engenharia Civil (UTAD, 2009).

Pedro Bandeira Tavares, Engenheiro Químico (FEUP, 1985), PhD em Química (UTAD, 2001), Professor Associado (UTAD, ECVA, DQ desde 2006). Especialidade de Caracterização de Materiais.

Humberto Varum, Engenheiro Civil (FEUP, 1993), Mestre em Estruturas de Engenharia Civil (FEUP, 1996), PhD (Universidade de Aveiro, 2003), Professor Auxiliar (UA, DECivil, desde 2003).

Jorge Pinto, Engenheiro Civil (IST, 1990), Mestre em Estruturas de Engenharia Civil (FEUP, 1998), PhD (Bristol University, UK, 2002), Professor Auxiliar (UTAD, ECT, DE, desde 2003).

AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE ADOBES

Obede Borges Faria
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail **obede.faria@gmail.com** e **obede@feb.unesp.br**

Rosane Aparecida Gomes Battistelle
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail **rosane@feb.unesp.br**

Guilherme Conte Pedreira
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 97930467 E-mail **ra310247@feb.unesp.br**

Jeison Roberto do Nascimento Silva
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 91431689 E-mail **jsn_roberto@hotmail.com**

Tema 3: Técnicas, construção, investigação e desenvolvimento.
Palavras-chave: Arquitetura e construção com terra, adobe, caracterização mecânica.

Resumo

As vantagens e desvantagens do uso da terra como material de construção, assim como as dificuldades de produção e aceitação deste material na atualidade, já foram amplamente estudadas, discutidas e apresentadas nos mais variados eventos técnico-científicos que antecederam o "6º ATP – 9º SIACOT". O conhecimento produzido pode ser facilmente acessado, consultando-se os registros destes eventos (actas, anais e memórias), assim como o farto material já publicado pelo projeto PROTERRA/CYTED, ao longo de seus quatro anos de execução. Para a terra ser aceita como material de construção pelos órgãos governamentais, principalmente os responsáveis pelo financiamento de habitações de interesse social, é necessário que se tenha amplo conhecimento técnico-científico sobre ela. Embora em algumas universidades a terra esteja sendo pesquisada, sente-se a necessidade de um maior número de ensaios experimentais, para melhor embasar as possíveis normas técnicas sobre o material. No Brasil, a investigação científica sobre os adobes, assim como a sistematização e metodologia de ensaios para sua caracterização física e mecânica iniciaram-se, são muito escassos. No âmbito dos paises ibero-americanos, existe uma norma peruana, a qual cita o ensaio de determinação da resistência à compressão de adobes, em corpos-de-prova cúbicos, no entanto, bastante incompleta.

Na literatura são encontrados trabalhos científicos, nos quais apresentam-se resultados de resistência à compressão de adobes, porém, as referências à metodologia de ensaio adotada são escassas ou, simplesmente, inexistentes. Dessa forma, não é possível a comparação entre os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, já que não é adotada uma metodologia única para sua determinação.

Com a realização do presente trabalho, espera-se contribuir com o preenchimento desta lacuna, em conjunto com outros centros de pesquisa, dando continuidade e validando a proposta de padronização lançada pela Rede Ibero-Americana PROTERRA, em julho de 2007. Tal proposta, denominada "*Ensaios Interlaboratoriais*", consistiu na realização de ensaios com adobes, utilizando-se vários tipos de corpos-de-prova, em laboratórios de diversos paises ibero-americanos, para comparação e avaliação dos resultados, na busca de uma metodologia

única de caracterização física e mecânica do material, no âmbito destes países. Os resultados foram apresentados, com aprovação da metodologia, no TerraBrasil2008 (VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil), ocorrido em novembro de 2008, na cidade de São Luiz, Estado do Maranhão, no Brasil. No trabalho atual, a caracterização mecânica dos adobes é complementada pelo *módulo de ruptura na flexão* e *módulo de elasticidade*. Estes parâmetros não constam da metodologia de PROTERRA, sendo mais uma contribuição para futuras propostas de ensaios interlaboratoriais. O módulo de ruptura na flexão já vem sendo determinado nos trabalhos mais recentes do primeiro autor. No presente trabalho, a principal contribuição é a verificação da validade da proposta de metodologia para determinação do módulo de elasticidade (*ou módulo de deformação tangente inicial*), parâmetro indispensável ao estudo de paredes pelo método dos elementos finitos, uma das próximas abordagens pretendidas pelos autores.

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

As vantagens e desvantagens do uso da terra como material de construção, assim como as dificuldades de produção e aceitação deste material na atualidade, já foram amplamente estudadas, discutidas e apresentadas nos mais variados eventos técnico-científicos que antecederam o “VIII SIACOT – II SAACT”. O conhecimento produzido pode ser facilmente acessado, consultando-se os registros destes eventos (actas, anais e memórias), assim como o farto material já publicado pelo projeto PROTERRA/CYTED, ao longo de seus quatro anos de execução.

Os autores do presente trabalho têm focado suas pesquisas científicas, ao longo dos últimos anos, sobre o adobe, justificados pelo fato desta técnica de construção com terra ser de aspecto e uso muito parecidos com os dos tijolos cerâmicos convencionais, considerando-se sua região de atuação (interior do Estado de São Paulo, Brasil). Isto facilitaria a aceitação por parte do usuário, além de permitir a autoconstrução, em função do custo praticamente nulo e da facilidade de transferência da tecnologia.

Para a terra ser aceita como material de construção pelos órgãos governamentais, principalmente os responsáveis pelo financiamento de habitações de interesse social, é necessário que se tenha amplo conhecimento técnico-científico sobre ela. Embora em algumas universidades a terra esteja sendo pesquisada, sente-se a necessidade de um maior número de ensaios experimentais, para melhor embasar as possíveis normas técnicas sobre o material.

No Brasil, a investigação científica sobre os adobes, assim como a sistematização e metodologia de ensaios para sua caracterização física e mecânica iniciou-se, praticamente, com a divulgação do trabalho de Faria (2002), baseado em trabalhos anteriores do mesmo autor, iniciados em 1997. No âmbito dos paises ibero-americanos, existe uma norma peruana, *Norma técnica de edificación E.080 Adobe* (RNC, 2000), que estabelece o ensaio de adobes em corpos-de-prova com forma de cubo, cujo lado é igual à menor dimensão do adobe (o qual deve ser recortado).

Na literatura são encontrados outros trabalhos científicos, nos quais apresentam-se resultados de resistência à compressão de adobes, porém, as referências à metodologia de ensaio adotada são escassas ou, simplesmente, inexistentes. Dessa forma, não é possível a comparação entre os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, já que não é adotada uma metodologia única para sua determinação. Também, em grande parte dos textos publicados se faz referência à granulometria ideal do solo, para uso nas mais variadas técnicas de construção com terra sem, contudo, apresentarem-se resultados de estudos científicos que comprovem a relação entre este parâmetro e a qualidade do material produzido. Gomes e Gimeno (1997) encontraram resultados de máxima *resistência à compressão* em adobes para teor de argila de cerca de 30%. No entanto, estes resultados são muito questionáveis, já que a

metodologia foi muito diferente da atual, inclusive a máquina de ensaios utilizada era muito precária, e os autores consideram o trabalho como uma “investigação preliminar”. Por estas razões, no presente trabalho é avaliada a influência do teor de argila sobre características físicas e mecânicas de adobes, obtidas de acordo com a metodologia de ensaios adotadas atualmente pela Rede Ibero-Americana PROTERRA.

Com a realização do presente trabalho, espera-se contribuir com o preenchimento desta lacuna, em conjunto com outros centros de pesquisa, dando continuidade e validando a proposta de padronização elaborada pela Engª Célia Maria Martins Neves (pesquisadora do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Bahia e coordenadora da Rede Ibero-Americana PROTERRA) juntamente com Obede Borges Faria (FEB/UNESP-Bauru), e apresentada à Rede PROTERRA, em julho de 2007. Tal proposta, denominada “Ensaios Interlaboratoriais”, consistiu na realização de ensaios com adobes, utilizando vários tipos de corpos-de-prova, em laboratórios de diversos paises ibero-americanos, para comparação e avaliação dos resultados, na busca de uma metodologia única de caracterização física e mecânica do material, no âmbito destes países. Os resultados foram apresentados, com aprovação da metodologia, no TerraBrasil2008 (VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil), ocorrido em novembro de 2008, na cidade de São Luiz, Estado do Maranhão, no Brasil.

A caracterização mecânica dos adobes é complementada pelo *módulo de ruptura na flexão* e *módulo de elasticidade*. Estes parâmetros não constam da metodologia de PROTERRA, sendo uma contribuição do presente trabalho para futuras propostas de ensaios interlaboratoriais. O módulo de ruptura na flexão já vem sendo determinado nos trabalhos mais recentes dos autores. No presente trabalho, a principal contribuição é uma proposta de metodologia para determinação do módulo de elasticidade (*ou módulo de deformação tangente inicial*), parâmetro indispensável ao estudo de paredes pelo método dos elementos finitos, uma das próximas abordagens pretendidas pelos autores, possivelmente em cooperação com pesquisadores da Universidade de Aveiro (Portugal).

2. METODOLOGIA

Foi adotada a metodologia de produção dos adobes e de ensaios para sua caracterização física (*massa específica aparente, teor de umidade higroscópica* e *retração volumétrica*), assim como para determinação da *resistência à compressão*, aprovada por PROTERRA em 2008 e detalhadamente apresentada por Faria et al. (2008) e Neves e Faria (2008).

Foram adotados os resultados de caracterização física dos solos obtidos por Oliveira e Tahira (2007), utilizando-se um solo arenoso, proveniente de Bauru – SP (com 76% de areia), e um solo argiloso, de Americana – SP (com 52% de argila), os quais foram mesclados de forma a obter solos com 5 diferentes teores de argila, variando entre 20 % e 52 % (Tab. 1).

Foram produzidos 8 adobes com o barro obtido de cada traço, num total de 40 unidades. Os ensaios de caracterização física foram realizados com todos os adobes, já que são ensaios não destrutivos.

A seguir, de cada traço foram retirados, aleatoriamente, 3 adobes para obtenção dos 5 prismas (7,5 cm x 7,5 cm x 15,0 cm), para o ensaio de determinação do módulo de elasticidade, e os 10 cubos (7,5 cm de lado), para o ensaio de determinação da resistência à compressão. De cada traço, também foram retirados 5 adobes, para o ensaio de determinação do módulo de ruptura na flexão, realizado de acordo com metodologia proposta por McHenry Jr. (1989), já adotada anteriormente pelos autores.

Assim como para produção dos corpos-de-prova dos ensaios de determinação da resistência à compressão, os adobes foram cortados em cubos de 7,5 cm de lado, os corpos-de-prova para o ensaio de determinação do módulo de elasticidade foram obtidos cortando-se os adobes em prismas com seção de 7,5 cm de lado e altura de 15 cm. Os topos foram regularizados com a mesma argamassa de cimento e areia, utilizada nos cubos. Após a regularização dos topos dos corpos-de-prova, os mesmos foram devidamente identificados, pelo traço e por uma numeração seqüencial.

Como não existem normas brasileiras também para a determinação do *módulo de elasticidade* (ou *módulo de deformação tangente inicial* - E_{ci}) de adobes, nem de tijolos cerâmicos ou argamassas, foi adotada uma adaptação da norma brasileira para concreto, ou seja, a *NBR 8522 – Concreto: Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva de tensão-deformação* (ABNT, 2003).

De acordo com a NBR 8522 (ABNT, 2003), quando se trabalha com o material no regime elástico, o módulo de elasticidade pode ser considerado como um módulo de deformação, no caso, o tangente inicial (E_{ci} , na Fig. 1), considerando-se que também existe o módulo de deformação secante (E_{cs}).

Como os adobes têm resistência à compressão muito inferior à do concreto, o limite de tensão inferior (*0,5MPa* recomendado pela NBR 8522) foi adaptado para $0,1\ f_{c,est}$, sendo $f_{c,est}$ (resistência à compressão estimada) determinado em função do valor médio de resistência à compressão, obtido dos ensaios de determinação deste parâmetro, com os cubos de 7,5 cm. Na Fig. 1 é apresentado um esquema do plano de carga para o ensaio de determinação de E_{ci}, tendo sido adotada a mesma taxa de incremento de carga do ensaio de resistência à compressão.

Para medição das deformações específicas nos corpos-de-prova, foi utilizado um par de extensômetros eletrônicos EMIC, com comprimento base de 50 mm e um sensor de deformação em cada um de duas faces opostas dos CPs, como mostrado na Fig. 2, na qual também podem ser observados outros aspectos deste ensaio e do de determinação do módulo de ruptura na flexão. Ao ser atingido $0,7\ f_{c,est}$, os extensômetros foram retirados e o CP levado à ruptura.

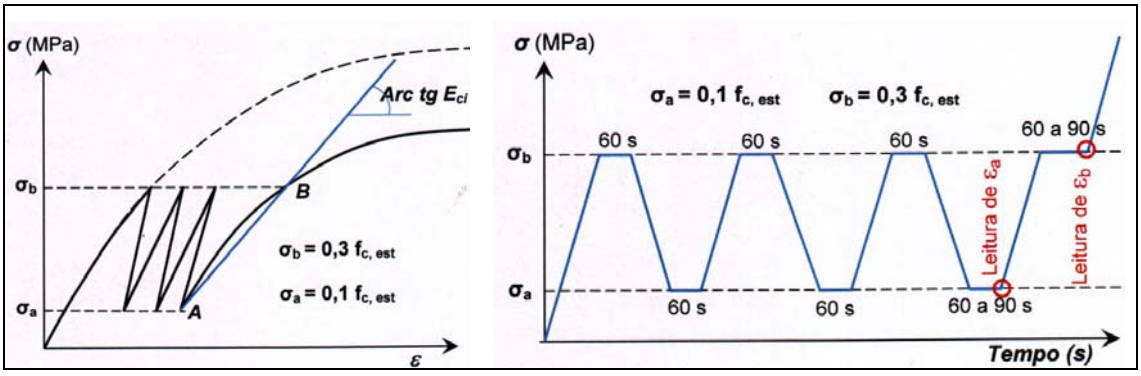


Fig. 1 - Representação esquemática do módulo de elasticidade, ou módulo de deformação tangente inicial, assim como do plano de aplicação de cargas (adaptado de ABNT, 2003).

Cabe lembrar que com a realização deste ensaio também foi determinada a resistência à compressão dos prismas de 7,5 cm x 15 cm. O módulo de elasticidade (E_{ci}) foi calculado pela equação 1.

$$E_{ci} = \frac{(\sigma_b - \sigma_a)}{(\varepsilon_b - \varepsilon_a)} \qquad (1)$$

onde: E_{ci} : módulo de elasticidade (MPa)
σ_b : tensão maior (σ_b **= 0,3** $f_{c,est}$) (MPa)
σ_a : tensão básica (σ_b **= 0,1** $f_{c,est}$) (MPa)
ε_b: deformação específica, para a tensão maior
ε_a: deformação específica, para a tensão básica



Fig. 2 - Alguns aspectos dos ensaios de determinação do módulo de elasticidade, notando-se o dispositivo de medição de deformações (extensômetros eletrônicos EMIC) e o padrão de ruptura dos CPs (à esquerda); determinação do módulo de ruptura na flexão (à direita).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentados breve descrição das atividades desenvolvidas, assim como resumo dos pincipais resultados obtidos e sua discussão.

3.1. Caracterização física dos adobes

As curvas de distribuição granulométrica dos solos mostram a distribuição das partículas, quanto às suas dimensões. Pelo critério da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) foi possível concluir que os solos ensaiados possuem as seguintes composições:

- Americana **(A)**: 52% de argila ($\phi < 0{,}002$ mm), 21% de silte (0,002mm $< \phi <$ 0,06 mm) e 27% de areia (0,06 mm $< \phi <$ 2 mm).

- Bauru **(B)**: 20% de argila, 4% de silte e 76% de areia.

Como se desejava avaliar a influência do teor de argila sobre características dos adobes, os dois solos foram mesclados, de acordo com a metodologia proposta por PROTERRA, de forma a obter mesclas (traços) com 5 diferentes teores de argila, como mostrado na Tab. 1, na qual também são apresentados os resultados médios de massa específica aparente (ρ_{ap}), teor de umidade higroscópica (U_{EA}) e retração volumétrica (R_V).

Observando-se os resultados apresentados na Tab. 1, nota-se que houve um acréscimo de cerca de 7 % na massa específica aparente, para aumento do teor de argila de 20 % para 36,4 %. Para o mesmo intervalo de variação do teor de argila, houve um acréscimo de cerca de 165 % na retração volumétrica, fato que confirma a relação entre altos teores de argila no solo e retrações excessivas dos adobes, causando fissuras prejudiciais a seu desempenho. Quanto ao teor de umidade higroscópica, nota-se que houve uma variação sempre crescente, atingindo um acréscimo de 267 %, com o aumento do teor de argila de 20 % para 52 %. Esse fato

também comprova a necessidade de cuidados especiais quanto à presença de umidade nas construções com terra, principalmente quando realizadas com solos mais argilosos.

Tab. 1 - Proporção dos solos em cada traço, composição granulométrica obtida e características físicas dos adobes (massa específica aparente, umidade higroscópica e retração volumétrica).

nº dos traços	partes de cada solo		granulometria (%)			ρ_{ap} (g/cm^3)	U_{EA} %	R_V %
	A	B	argila	silte	areia			
1	0	1	20,0	4,0	76,0	1,85	1,21	9,4
2	1	4	26,7	7,5	65,8	1,88	1,98	12,7
3	1	1	36,4	12,7	50,9	1,98	3,16	24,9
4	3	1	44,3	16,9	38,8	1,93	3,69	17,9
5	1	0	52,0	21,0	27,0	1,84	4,44	21,7
Faria et al. (2008)	*2*	*5*	*29,5*	*9,0*	*61,5*	*1,86*	*2,15*	*19,5*

3.2. Determinação da resistência à compressão

Na Fig. 3 são apresentados os resultados dos ensaios de determinação da *resistência à compressão*, dados pelo valor médio (f_c) e característicos (f_{ck}) superior e inferior, relacionando-os ao teor de argila de cada traço. Também são apresentados os resultados obtidos por Faria *et al.* (2008) e por Gomes e Gimeno (1997).

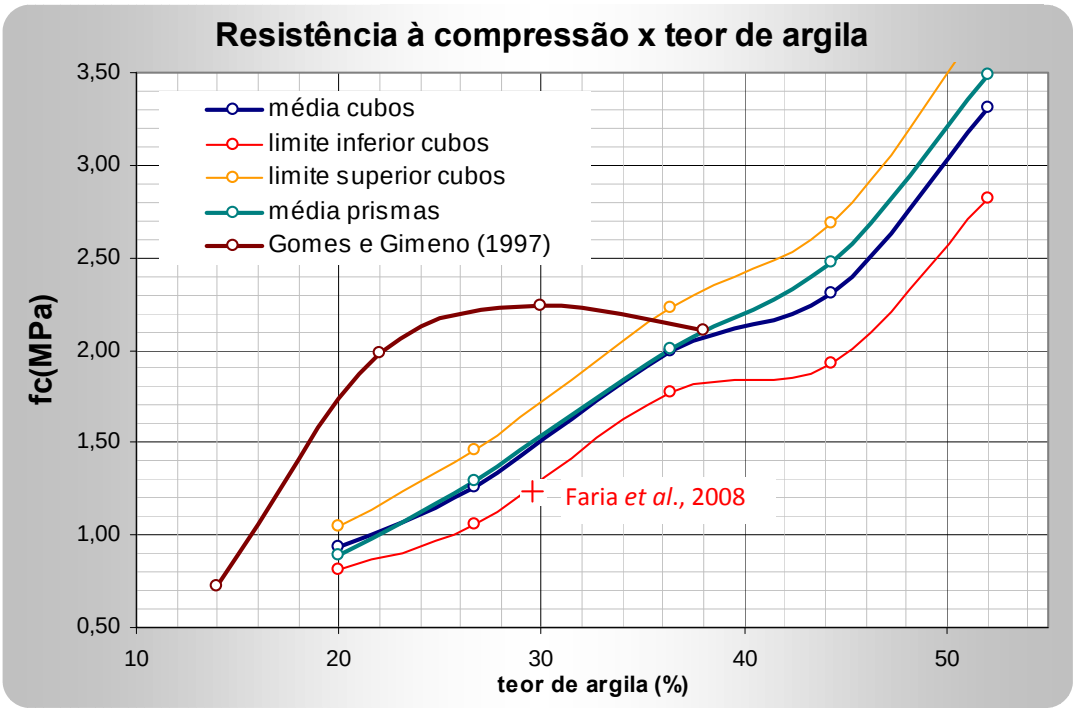


Fig. 3 - Resistência à compressão, com valores médios e característicos, em função do traço, obtidos com os corpos-de-prova cúbicos (7,5 cm de lado) e prismáticos (7,5 cm x 7,5 cm x 15 cm); acrescido dos resultados de Faria et al. (2008) e Gomes e Gimeno (1997).

Observando-se as curvas da Fig. 3, pode-se notar uma tendência bem definida de acréscimo da resistência à compressão com o acréscimo do teor de argila, tanto nos cubos quanto nos prismas. Observa-se, também, uma leve diferença entre os resultados encontrados por Faria et al. (2008), para a mesma mistura de solos e a mesma metodologia. Este fato, de alguma forma, comprova o fato já conhecido de que as características dos adobes são influenciadas também por fatores mais subjetivos,

como a interferência do operador (o “adobeiro”), aquele que produz os adobes. Esta tendência de acréscimo, praticamente linear, da resistência com o aumento do teor de argila, contraria uma regra empírica dos velhos mestres adobeiros de que o teor de argila ideal no solo para produção de adobes é de cerca de 30%.

Esta regra tem sido aceita pelos pesquisadores, como um indicativo de teor de argila ideal, para a obtenção de máxima resistência sem, contudo, terem sido encontradas referências na bibliografia sobre estudos científicos sobre o tema. Nos únicos trabalhos encontrados, orientados pelo mesmo pesquisador do presente trabalho (FARIA, 1997; GOMES e GIMENO, 1997), a regra é aparentemente confirmada. Os autores encontraram resultados de máxima resistência à compressão para teor de argila de cerca de 30%. No entanto estes resultados são muito questionáveis, já que a metodologia foi muito diferente da atual, inclusive a máquina de ensaios utilizada na época era muito precária, e os autores consideram o trabalho como uma “investigação preliminar”.

Na realidade, pode-se supor que o teor de argila de 30% seja o máximo aceitável para a produção de adobes, em termos de trabalhabilhidade do barro e facilidade de condução do processo de secagem. No presente trabalho notou-se que com teores de argila superiores a este o amassamento do barro e a moldagem dos adobes eram muito mais difíceis. Além disso, a secagem dos adobes se deu em condições especiais, ou seja, lentamente e sempre à sombra, até o final do processo, situação esta bem diferente da prática dos adobeiros que, muitas vezes, põem os adobes a secar ao sol, logo após a desmoldagem. Com teores de argila mais elevados, esta prática é inviável, porque a retração expressiva provoca excesso de fissuras e conseqüente perda de qualidade e resistência.

3.3. Determinação do módulo de ruptura na flexão e do módulo de elasticidade

Nas Figs. 4 e 5 são apresentados os resultados dos ensaios de determinação do módulo de ruptura na flexão (***MOR***) e do módulo de elasticidade (***E_{ci}***), relacionando-os ao teor de argila de cada traço.

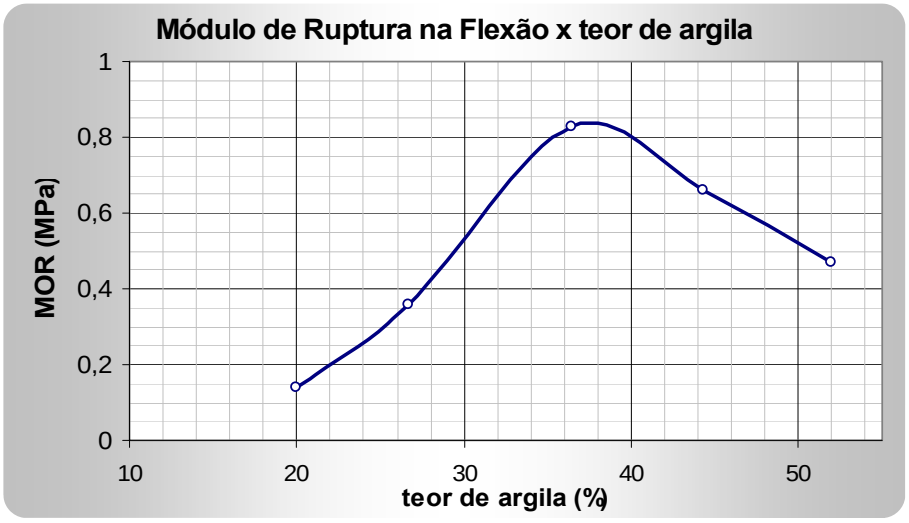


Fig. 4 - Gráfico da variação do módulo de ruptura na flexão com o teor de argila.

Observando-se a curva da Fig. 4, pode-se notar uma tendência de acréscimo de ***MOR*** com o acréscimo do teor de argila, até cerca de 38%, quando tende a decrescer, semelhante ao apontado por Garcia e Falavigna (2006). Entretanto, diferentemente do presente trabalho, estes autores acrescentaram fibras vegetais aos adobes, o que justifica satisfatoriamente este comportamento do material. Para uma avaliação mais

científica e responsável destes resultados, seria necessário que outros laboratórios também fizessem esta análise, para verificação de um possível padrão de comportamento mais “universal”.

Deve-se salientar que este ensaio não foi previsto na metodologia de PROTERRA, já citada, e que o presente trabalho pode vir a ser mais uma contribuição às futuras propostas do Programa Interlaboratorial PROTERRA.

Observando-se a curva da Fig. 5, pode-se notar uma tendência de acréscimo do módulo de elasticidade, tal como observado para a resistência à compressão, com o acréscimo do teor de argila. Assim como para ensaios anteriores, este ensaio é inédito (até onde se tem notícia, pela bibliografia consultada) e não é prudente elaborar conclusões precipitadas. Neste caso também seria necessário comparar o comportamento dos resultados com os obtidos por outros laboratórios, adotando-se a mesma metodologia.

Todavia, há que registrar a importância da determinação do módulo de elasticidade, com sólidas bases metodológicas, para que se possa trabalhar com modelagem matemática no estudo de paredes de adobe como, por exemplo, utilizando-se as ferramentas do método dos elementos finitos (MEF).

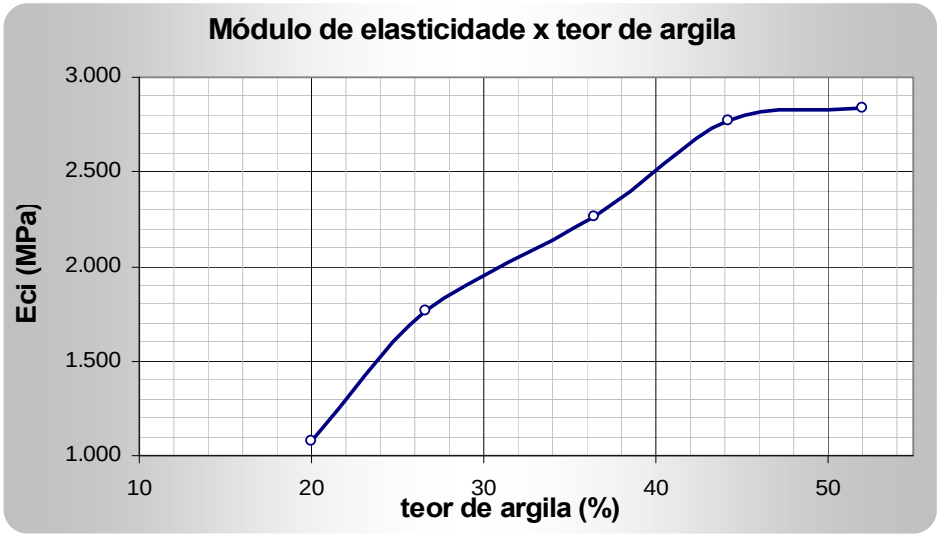


Fig. 5 - Gráfico da variação do módulo de elasticidade com o teor de argila.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados aqui apresentados pode-se notar a dificuldade de repetição dos resultados, a grande influência do operador, a dificuldade de controle das variáveis intrínsecas dos solos (características físicas, mecânicas, químicas, etc...); fatos que explicam, em parte, a grande dificuldade de normalização, controle de qualidade e especificações técnicas dos materiais de construção produzidos com terra. Por exemplo, na Fig. 3, comparando-se as curvas de resistência à compressão dos cubos com a dos prismas, nota-se que os valores de resistência dos prismas são superiores aos dos cubos, para praticamente todos os teores de argila. Esse fato contraria a teoria da resistência dos materiais, segundo a qual o valor de resistência à compressão simples deveria decrescer com o acréscimo do índice de esbeltez (BEER e JOHNSTON JR, 1989). Já no trabalho de Faria et al. (2008), esta tendência se confirmou.

Estas constatações reforçam a necessidade do envolvimento de mais laboratórios da Rede Proterra em atividades de investigação científica experimental, baseadas em consistente estratégia metodológica.

Concluindo, pode-se afirmar que os objetivos propostos inicialmente foram plenamente atingidos, ou seja, o presente trabalho apresenta uma considerável contribuição à consolidação de metodologia de ensaios para caracterização física e mecânica de adobes, proposta e adotada pela Rede Iberoamericana Proterra, assim como aponta perspectiva para novos "ensaios interlaboratoriais".

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522 Concreto –** Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva de tensão-deformação. Rio de Janeiro-RJ (Brasil): ABNT, 2003, 9p.

BEER, F. P.; JOHNSTON JR., E. R. (trad. Paulo Prestes Castilho). (1989) **Resistência dos materiais**. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill. 653p.

FARIA, O. B. **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. São Carlos-SP (Brasil): EESC-USP, 2002. 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FARIA, O. B.; OLIVEIRA, B. M.; TAHIRA, M.; BATTISTELLE, R. A. G. Realização dos ensaios interlaboratoriais Proterra em Bauru-SP (Brasil). In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 7. e CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2., 2008, São Luiz – MA (Brasil). **Anais...** São Luiz-MA (Brasil): UEMA/Proterra, 2008. 1 CD-ROM.

GARCIA, A. R.; FALAVIGNA, J. P. T. (2006). **Caracterização física e mecânica de adobe produzido com sedimento e macrófitas aquáticas do Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. Bauru. 179p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).

GOMES, R. L. B. de P.; GIMENO, R. M. **Caracterização de solos para produção de tijolos de adobe**. Bauru-SP (Brasil): FE-UNESP, 1997. 46p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).

McHENRY JR., P. G. **Adobe and rammed earth buildings:** design and construction. Tucson (USA): The University of Arizona Press, 1989. reimpr. (publicação original: New York: Wiley, [1984]). 217 p., il.

NEVES, C.; FARIA, O. B. Programa interlaboratorial Proterra: ensaios de adobe. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 7. e CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2., 2008, São Luiz-MA (Brasil). **Anais...** São Luiz – MA: UEMA/Proterra, 2008. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, B. M.; TAHIRA, M. **Estudo preliminar para proposta de ensaios de caracterização física e mecânica de adobes**. Bauru-SP (Brasil): FEB-UNESP, 2007. 71p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).

REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES. **Norma técnica de edificación NTE E.80 Adobe**. Lima (Peru): 2000. 18p.

Curriculum

Obede Borges Faria, Engenheiro Civil (FEB/UNESP, 1981); Mestre em Arquitetura e Urbanismo (EESC/USP, 1993); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente e chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru); membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA.

Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Engenheira Civil (FEB/UNESP, 1986); Mestre em Engenharia de Estruturas (EESC/USP, 1991); Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente do Departamento de Engenharia Civil e do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (Gestão Ambiental), ambos da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru).

Guilherme Conte Pedreira e Jeison Roberto do Nascimento Silva, alunos do curso de graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB), da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru), orientados do Prof. Dr. Obede Borges Faria.

Agradecimentos
À UNESP, pelo oferecimento das condições necessárias à realização da pesquisa e pela autorização do afastamento da Instituição, para participação no evento. À **FAPESP** (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão de auxílio para apresentação do trabalho.

UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Rosane Aparecida Gomes Battistelle (1)
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail **rosane@feb.unesp.br**

Obede Borges Faria (2)
Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail **obede@feb.unesp.br**

Ivaldo Domenico Valarelli (3)
Depto de Engenharia Mecânico - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 33136155 E-mail **ivaldo@feb.unesp.br**

Lívia Ferraz Damasceno (4)
Depto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 11 2860655 E-mail **iaia_ferraz@yahoo.com.br**

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento
Palavras-chave: Materiais de construção sustentáveis, habitação de interesse social, adobe.

Resumo

O setor da construção civil engloba vários aspectos de sustentabilidade, pois possibilita assimilar novas tecnologias e materiais sustentáveis. Já existem empresas que dedicam atenção especial a esse fato, como a implantação de cooperativas de reciclagem de resíduos plásticos, papel, borracha, alumínio; como também a ação de engenheiros e arquitetos, que com sua capacidade técnica, aplicam de maneira arrojada, materiais alternativos em seus projetos. No Brasil, podem ser citadas as telhas produzidas a partir de embalagens acartonadas (tipo *Tetra Pak*); embalagens de PET (*polietileno tereftalato*); muros de arrimo construídos com pneus de borracha; a utilização de plásticos reciclados na produção de tablados que imitam a madeira; a aplicação de painéis solares; sistema de aproveitamento da água de chuvas; dentre muitos outros exemplos. As universidades também têm desempenhado um importante papel nesse âmbito, disseminando e incentivando os conceitos de sustentabilidade junto ao corpo discente, com projetos e pesquisas vinculados à reciclagem; e, buscando adequar suas linhas de pesquisas à minimização da utilização de materiais impactantes, além de otimizar o uso de água e energia. Uma das preocupações da arquitetura contemporânea é a busca de racionalização do uso dos recursos naturais, desde a escolha dos materiais e sua correta aplicação, até a adequada implantação do projeto no sítio, a fim de evitar o uso abusivo de climatização e iluminação artificiais. Este trabalho apresenta o projeto de um protótipo de habitação de interesse social, desenvolvido em um pavimento e composto de um quarto, sala, banheiro, uma copa/varanda, cozinha e varanda de entrada, sendo locado no interior do campus de Bauru-SP, da UNESP (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"), com a finalidade de receber professores visitantes, e também, como sala de reuniões. A superfície do lote é de 238m^{2} e a área útil a ser construída é de 52,46m^{2}. As principais características do projeto são: fundação em sapata corrida de solo-cimento, com adição de fibras de garrafa PET; vedação, com paredes externas de adobe e divisões internas com chapas de partículas, constituídas por resíduos de celulose e de embalagens acartonadas (*Tetra Pak*), as quais terão mobilidade para possibilitar flexibilidade no uso dos ambientes internos; piso de solo-cimento compactado, com adição de resíduos de garrafa PET, revestido com resina transparente; janelas e portas, produzidas com as mesmas chapas usadas nas

divisões internas; cobertura com teto jardim, sendo a estrutura de bambu, formando-se uma espécie de laje, e sobre ela serão dispostos módulos de chapa de partículas, que servirão de apoio à cobertura verde, onde deverá ser implantado o sistema de captação de águas pluviais. As maçanetas, gradis, pergolados, entre outros acessórios, serão confeccionados com bambu, cultivado no próprio campus. Também foram desenvolvidos os projetos de instalações elétricas e hidráulicas. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do projeto de uma habitação ecológica, no qual são propostos materiais e técnicas de construção sustentáveis, ou "verdes", uma vez que promovem a reciclagem e o uso consciente de recursos naturais locais. O resultado é apresentado na forma de pranchas arquitetônicas, com descrição das técnicas construtivas.

1. INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos os materiais naturais (madeira, pedra, terra, folhas de palmeiras, osso e pele de animais) eram os únicos utilizados, e estes, atendiam a todas as necessidades dos seres humanos. No início da era Cristã, o homem já conhecia sete materiais, em metais diferentes como o cobre, ouro, prata, chumbo, estanho, ferro e mercúrio, sendo até meados do século XIX, os conhecimentos obtidos ainda de forma empírica, ou na sua melhor forma, resultados de alquimias. Na segunda metade desse século, estudos mais sistemáticos foram sendo desenvolvidos, buscando-se o domínio dos materiais, seus processos de fabricação e de transformação. Este avanço tecnológico e cientifico permitiu ao homem a descoberta e a possibilidade de produzir novos materiais, os quais vêm sendo utilizados muitas vezes de forma irresponsável e com muito desperdício.

O processo evolutivo humano e, conseqüentemente, seus hábitos de vida cada vez mais sofisticados e consumistas, extraem da natureza matéria-prima além do necessário para suprir suas necessidades, levando a escassez de vários recursos naturais e, principalmente, a uma vasta degradação ambiental. O impacto ambiental causado pelo sistema produtivo contemporâneo vem sendo discutido no meio político, social e, principalmente acadêmico, pois além da exploração predatória dos recursos naturais, os materiais produzidos são, muitas vezes, rejeitados na íntegra, sem critérios específicos, contribuindo para o crescente acúmulo de resíduos sólidos.

Segundo John (2000), no modelo que se encontra o nosso processo de industrialização, os resíduos são sempre gerados na produção de bens de consumo, que ao final de sua vida útil apresentam-se em quantidades superiores aos produtos desenvolvidos.

Gauzin-Müller (2002) comenta que o setor da construção civil tem uma margem muito significativa de participação na degradação ambiental. De acordo com o pesquisador, entre as fases de produção, construção e 'vida útil', são consumidos mais de 50% dos recursos naturais extraídos, além de cerca de 40% de toda a energia produzida no planeta.

Em contrapartida, Cincotto (1988) comenta que este mesmo setor possui a capacidade de empregar uma grande diversidade de materiais descartados durante as diferentes etapas de construção e uso, podendo assim, incorporar vários resíduos (desde que analizados e viáveis tecnologicamente), oferecendo uma alternativa para minimização dos danos ambientais.

Diante dessa problemática, o presente trabalho tem como motivação básica a tentativa de aplicação de alguns trabalhos científicos, previamente desenvolvidos na UNESP- Bauru, nas áreas de Resíduos, Materiais de Construção e Sustentabilidade. Para tanto, foi elaborado um projeto de habitação diferenciada, na qual é proposto o uso de materiais e técnicas de construção mais sustentáveis, visando minimizar a utilização de materiais impactantes e otimizar o uso de água e energia.

2. PLANEJAMENTO DO TRABALHO

Para que fossem atingidos os objetivos propostos, com aplicação dos conceitos citados, resumidamente, na introdução, o trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, buscou-se uma proposta de concepção espacial do protótipo, tendo em vista o emprego de materiais e técnicas de construção mais sustentáveis, com as seguintes características básicas:

- Finalidade hipotética do protótipo: Uma habitação de um pavimento para moradia de três pessoas;
- Localização: Av. Edmundo C. Coube, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", na área localizada atrás dos Laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica;
- Superfície do lote: Aproximadamente 238 m² de área disponível;
- Superfície a ser construída: 102 m² de área total e 53 m² de área interna;
- Função: No interior da universidade este local poderá ser usufruído para pequenas reuniões de trabalho, biblioteca específica de construções sustentáveis ou uma área de descanso para professores visitantes.

O projeto foi desenvolvido com o auxílio dos softwares *AutoCAD*, *Google SketchUp* e *3D Studio MAX*, com algumas ilustrações apresentadas no presente trabalho.

Na segunda etapa, foi realizado um levantamento dos materiais a serem utilizados na construção do protótipo, dando preferência a materiais sustentáveis já estudados anteriormente em outros projetos de pesquisa.

3. CONCEPÇÃO ESPACIAL DO PROTÓTIPO

A concepção espacial partiu do princípio de tornar os ambientes menos rígidos, ou seja, não somente utilizar a edificação como uma residência, mas possibilitar a flexibilidade de usos, por meio de paredes divisórias móveis. Por exemplo, ao ser construído no campus da Universidade, poderá ser utilizado como biblioteca, sede de grupo de pesquisa, ou residência para pesquisadores visitantes.

A entrada na casa se faz pela varanda frontal (Fig. 1), acessando-se a copa, que faz a conexão entre cozinha e sala. A copa também pode funcionar como varanda, já que é coberta por um pergolado de bambu protegido com chapa de policarbonato e vegetação, além de ser fechada por um sistema de "parede-porta" corrediça, construído com chapas de Tetra Pak e celulose (descritos em 4.2).

A cozinha localiza-se ao lado direito da copa e fica separada dela também pelo sistema de "parede-porta" que, quando aberta, permite a integração de ambos os ambientes.

Ao lado esquerdo da copa, está o setor sala/quarto/banheiro. A separação, neste caso, se faz por uma parede de adobe, que contém uma porta de correr simples, para acesso ao setor, e um pano de vidro que proporciona integração visual da sala com a copa. Essa estrutura se faz necessária para o caso da copa ficar aberta para o exterior. Neste setor da casa também está presente o sistema "parede-porta", porém somente entre o quarto e a sala. Ou seja, quando for necessário, será possível integrar estas áreas correndo as chapas para detrás da parede do banheiro, transformando sala e quarto, num único ambiente. A porta do banheiro também será de correr.

Resumidamente, no protótipo serão utilizados os seguintes materiais e técnicas de construção:

- Fundação: sapata corrida feita de solo-cimento com adição de fibras de garrafa PET, uma opção empregada para economizar na quantidade de cimento e de reciclar o plástico, já que ambos são produtos que carregam altos valores de energia incorporada, além de serem muito poluentes;
- Estrutura: todas as paredes externas serão de adobe. A terra deverá ser retirada no próprio local (poderá ser a terra que irá sobrar da escavação das fundações e do próprio nivelamento do terreno), e o estabilizante será obtido com as fibras presentes no resíduo de celulose e papel;
- Divisões internas: serão confeccionadas com chapas de partículas;
- Piso: a base será em solo-cimento com adição de garrafa PET, que depois de seca, receberá uma aplicação de um impermeabilizante acrílico transparente como revestimento, de forma a facilitar a visualização do resíduo na mistura;
- Janelas e portas: também serão produzidas com chapas (celulose e bambu);
- Teto: a estrutura do teto será toda projetada em bambu. Sobre ele serão dispostas chapas (celulose com Tetra Pak) que servirão de apoio para o teto jardim; o beiral para proteger o adobe também será constituído de bambu; a platibanda será forrada com a chapa, também para proteger a parede de adobe à ação das intempéries;
- Captação de águas pluviais: sistema adaptado com canos de bambu;
- Detalhes: as maçanetas, gradis e pergolados serão confeccionados com bambu.

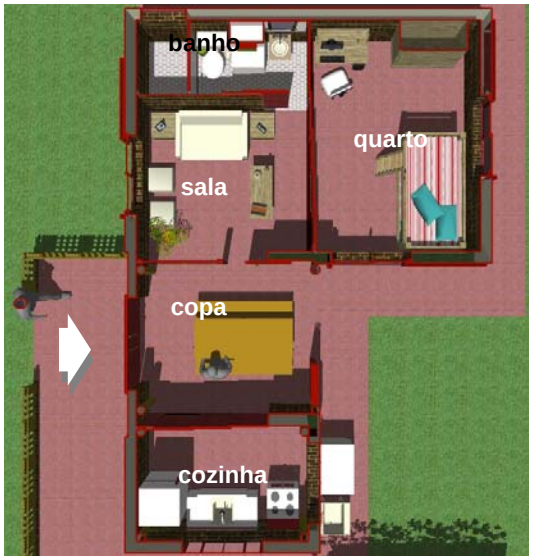


Fig. 1 - Planta baixa e perspectiva do protótipo (vista dos fundos).

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os principais materiais de construção a serem adotados na construção do protótipo, todos resultantes de pesquisas já desenvolvidas pelos autores do trabalho e outros professores da UNESP-Bauru.

4.1 Vedações externas com adobes e fundações com solo-cimento

O adobe é um material de construção milenar, produzido com terra (preferencialmente arenosa) em estado plástico (barro), podendo ser estabilizada com fibras naturais (capim, palha, resíduos de celulose, cinzas de madeira, esterco animal, etc.) ou artificiais (resíduos de garrafa PET, embalagens Tetra Pak, etc...), além de outros estabilizantes (cal, cimento, gesso ou betume). Os estabilizantes adicionados ao barro

têm a função de melhorar determinadas características da terra, tais como plasticidade e coesão, e proporcionar ganho de qualidade para os adobes, no que diz respeito ao aumento de resistência mecânica, redução de retração e formação de fissuras, além de redução de massa específica.

O estudo do solo, segundo Zimback (2003), tem como objetivo determinar suas características e classificá-lo, determinando assim, seu comportamento para diferentes aplicações (Neves *et al.*, 2005).

Para este trabalho, foram colhidas amostras do solo na área prevista para a construção do protótipo. Após as análises, os resultados comprovaram que o solo possui 69% de areia, 23% de silte e 8% de argila. Segundo Faria (2002), o solo mais adequado para a produção de adobe é aquele que apresenta cerca de 70% de areia e 30% de argila.

Para a construção das paredes estruturais (externas) do protótipo serão produzidos adobes com dimensões de 15 cm de largura, 30 cm de comprimento e 7,5 cm de altura. Será utilizado solo de Bauru-SP com adição de resíduo da produção de papel e celulose (rico em caulim), para compensar a falta de areia neste solo. A produção, e caracterização física e mecânica dos adobes, seguirão a metodologia proposta por Faria (2002 e 2007) e Battistelle (2002). Na Fig. 2 são apresentados aspectos da produção de adobes, com solo argiloso estabilizado com fibras de macrófitas aquáticas, e de um protótipo de habitação de interesse social, construído no campus da UNESP-Bauru, por Faria (2007).



Fig. 2 – Produção de adobes e duas fases da construção de um protótipo de habitação de interesse social, na UNESP-Bauru (FARIA, 2007).

Com base na análise do solo local, nas experiências de construções realizadas no entorno e das características do projeto em questão, foi escolhida a fundação do tipo sapata corrida de solo-cimento, com a adição de resíduos de garrafas PET.

Este material foi estudado por Carbonieri (2002) na pesquisa sobre reciclagem de garrafas PET em forma de fibras, para reforço de solos colapsíveis. Foram utilizadas partículas de formato retangular com dimensões de 2,5 mm por 40 mm. Os resultados demonstraram que a adição dessas fibras proporcionou um acréscimo na resistência do solo, com aumento de sua ductilidade. A autora constatou que a porcentagem limite de partículas inseridas ao solo deve ser de 1% de PET, estabilizado com 9% de cimento.

4.2 Vedações internas com painéis de chapas de partículas

As chapas de partículas são produzidas com aglomerados oriundos de rejeitos, sejam eles industriais, advindos da construção civil, ou de vários segmentos da agricultura (fibras e cascas), que podem estar ou não misturados a outros resíduos, assim como podem ser estabilizadas por algum tipo de resina (ou outro aglomernte). Pode-se mencionar alguns exemplos de rejeitos que são utilizados para a produção dessas chapas, como os das indústrias madeireiras, das embalagens *Tetra Pak*, embalagens de PET, fibras de vidro, bagaço de cana-de-açúcar, bambu, etc.

As chapas (Fig. 3) são destinadas a aplicação na construção civil, sendo utilizadas como vedações, forros, divisórias, muros, produção de mobiliário, etc. Seu processo de produção e características físico-mecânicas são semelhantes aos das chapas de fibra de madeira, já conhecidas mundialmente, como o compensado, o MDF (chapa de fibra de média densidade) e o OSB (chapa de partículas orientadas).

Dois tipos diferentes de chapas desenvolvidas na UNESP serão utilizadas no protótipo. Uma, desenvolvida por Santos (2006), composta por folhas caulinares de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, trituradas e adicionadas ao resíduo da indústria de papel e celulose, e uma outra chapa, estudada por Miyazato (2007) e Battistelle *et al.* (2007), composta por este mesmo resíduo de celulose, misturado com resíduo da indústria de reciclagem de embalagens cartonadas (basicamente polietileno e alumínio, que sobram após o aproveitamento da celulose).



Fig. 3 - Exemplos de chapas de partículas, com rejeitos agro-industriais, usado em janelas e portas divisórias

Estas chapas serão utilizadas nos seguintes itens:

- Módulos pré-moldados da cobertura, espécie de caixas que estarão apoiadas na base de bambu e que receberão o jardim da cobertura;
- Base para o teto jardim, beiral e forração da platibanda;
- Portas divisórias dos ambientes: todas as portas serão de correr e o acabamento do trilho deverá ser realizado com este material (Fig. 3);
- Janelas: tanto a esquadria que emoldura o vidro quanto o pano externo, que serve para controlar a entrada de luz; e,
- Proteção da platibanda, funcionando como uma forração para a mesma, já que o beiral de bambu não cobre esta parte.

4.3 Estrutura de bambu

O bambu é um dos materiais usados pelo homem desde os tempos mais remotos, seja para construir sua casa, para se alimentar ou mesmo para fazer artesanatos,

produzindo objetos de uso doméstico (de cestos a móveis), entre muitas outras aplicações (PEREIRA e FARIA, 2009).

As excelentes propriedades mecânicas do bambu estão diretamente relacionadas com a quantidade de umidade dos colmos, com a idade e densidade do bambu, mas principalmente, pela quantidade de fibras que garantem sua resistência, existindo espécies que com apenas 3 anos já podem ser usadas como elemento estrutural.

As espécies de bambu nativas do Brasil são conhecidas geralmente como *taquara*, *taboca*, *jativoca*, *taquaruçú* ou *taboca-açú*, dependendo da região de ocorrência. A espécie a ser utilizada no protótipo é conhecida como "bambu gigante", da espécie *Dendrocalamus giganteus*, que apresenta em média as seguintes características: comprimento dos colmos de 16m, diâmetro de 0,14m, massa seca de 40,73 kg, até 47 nós e distância de 0,35m entre os nós internos (variável ao longo da altura do colmo).

No campus de Bauru-SP da UNESP existe uma plantação, para fins experimentais, com diferentes espécies de bambu, dentre as quais, de 24 moitas de *Dendrocalamus giganteus*, com mais de 10 colmos por moita e idades variadas (Fig. 4).



Fig. 4 - Vista geral da área de cultivo de bambu, no campus da UNESP/Bauru, com detalhe das folhas caulinares da espécie *Dendrocalamus giganteus*.

Essa disponibilidade de bambu gigante justifica sua utilização nas seguintes etapas do projeto:

- Cobertura do projeto, como base para o teto jardim, beiral e forração da platibanda;
- Estrutura para sustentar a cobertura;
- Delimitar a área da casa (fechamento do lote);
- Calhas e estrutura de sustentação para o equipamento de tratamento das águas pluviais coletadas pelo teto jardim;
- Fabricar alguns detalhes como as maçanetas, o pergolado e o gradil da varanda.

4.4 Cobertura com teto verde

Para receber o teto verde, ou teto jardim, a cobertura será estruturada com bambus, que deverão ser colocados um ao lado do outro e unidos com bambus cortados ao

meio. A união deverá ser realizada com parafuso, para evitar o rompimento das peças. Essa “laje de bambu” será parafusada nas vigas, que se apoiarão nos pilares locados nos cantos internos de cada cômodo. As vigas e os pilares também serão de bambu. Paralelamente a isso, será montado um beiral de 80 cm de projeção, que servirá de proteção para as paredes de adobe e sombreamento das paredes.

O principal objetivo do teto jardim, neste projeto, além de proporcionar conforto térmico, é o de testar uma nova técnica de sustentação da vegetação, pois será utilizada uma combinação de chapas de partículas, fabricadas a partir da reciclagem das embalagens de Tetra Pak, e módulos pré-fabricados de bambu.

O telhado proposto é composto por barras de bambu, lona plástica, bandejas montadas com as chapas, uma camada de pedrisco médio (para drenagem) e, sobre estes, aproximadamente 20 cm de terra (substrato), como mostrado na Fig. 5. Para a vegetação, é importante que a espécie não cresça demasiadamente, com raízes curtas, e que suporte bem a exposição direta do sol e chuva.

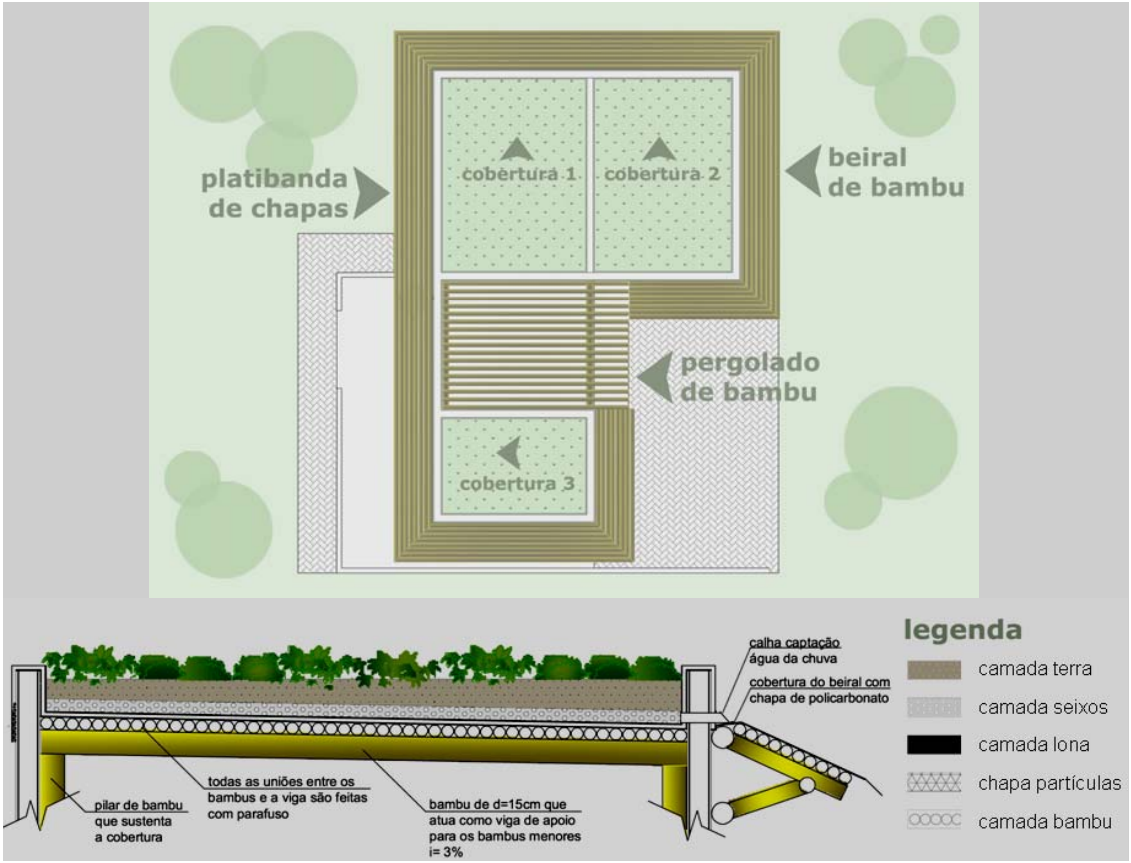


Fig. 5 - Vista superior da cobertura do protótipo e detalhes do teto verde e beiral de bambu. Fonte: Damasceno (2009).

4.5 Estimativa de custo

Foi realizado um levantamento detalhado dos custos para a construção do protótipo, cujo resumo é apresentado na Tab. 1. O custo total será de R$22.271,47 (cerca de €8.700). Neste montante não estão consideradas as etapas de limpeza do terreno e serviços de terraplenagem, a serem realizados pela Universidade.

Tab. 1 – Estimativa de custos da construção do protótipo (adaptado de DAMASCENO, 2009)

Itens	Quant.	Unid.	Custos (R$)	
			Unitário	Total
Cimento, para as fundações	924	Kg	0,43	397,32
Cimento, para contra-piso	1.036	Kg	0,43	445,48

Paredes estruturais de adobes [1]		116	m^2	12,19	1.414,04
Chapas de partículas para divisórias, portas e janelas		55	m^2	8,82	485,10
Vidros para janelas		12	m^2	30,00	360,00
Teto verde	Bambu	300	Colmos	-	-
	Chapas de partículas	41	m^2	8,82	361,62
	Pedriscos	2,3	m^3	66,00	151,80
	Lona plástica	85	m^2	1,50	127,50
	Terra (substrato)	5,7	m^3	70,00	399,00
	Vegetação (grama amendoim)	30	m^2	4,00	120,00
	Chapas de partículas para platibanda	35	m^2	8,82	308,70
Azulejos (revestimento banheiro e cozinha)		58,5	m^2	14,00	819,00
Impermeabilizante p/ piso (Vedacil Aqua, Vedacit)		2	Galões	89,00	178,00
Kit de captação de águas pluviais		1	Kit	2.500,00	2.500,00
Mão-de-obra para a construção		52,46	m^2	200,00	10.492,00
				Subtotal	**18.559,56**
Instalações hidráulicas e elétricas (10% do subtotal)					1.855,96
Mat. diversos: parafusos, adesivos, tratamento bambu, etc (10% do subtotal)					1.855,96
				TOTAL	**22.271,47**

[1] custo de produção, de acordo com Faria *et al*. (2007)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta apresentada neste trabalho, na forma de um protótipo, busca a produção de uma habitação ecologicamente mais correta, com a aplicação de materiais alternativos que, quando não são inteiramente naturais, como o bambu, a terra ou a própria vegetação, são resultado de produtos reciclados, como as chapas de partículas e o solo-cimento com fibras de garrafas PET.

Na fase atual, o trabalho é um exercício de projeto, desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica, em projetos de pesquisa realizados anteriormente pelos autores. A próxima etapa será a busca de financiamento para a construção do protótipo no campus universitário, com o objetivo de torná-lo um laboratório prático e demonstrativo para a comunidade, tanto acadêmica quanto externa, a respeito de algumas alternativas de uso dos vários materiais empregados.

Obviamente, não foi possível propor um projeto com 100% de materiais não impactantes, pois quando se trata da construção civil sempre haverá materiais que não são totalmente sustentáveis como, por exemplo, o cimento, Porém, buscou-se minimizar sua utilização, restringindo-a apenas ao essencial. O mesmo ocorreu com relação às resinas sintéticas, usadas como aglomerante nas chapas de partículas.

Concluindo, o mais importante neste projeto não é simplesmente a habitação em si, mas a mensagem subliminar, ou seja, buscar aplicações práticas para os resultados de pesquisas isoladas, que se acumulam pelos vários departamentos da academia, sem um retorno concreto à sociedade que a financia.

Bibliografia

BATTISTELLE, R.A.G. (2002). Análise da viabilidade técnica do resíduo da indústria de celulose e papel em tijolos de adobe. Tese de doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos.

BATTISTELLE, R.A.G.; FARIA, O.B.; MIYAZATO, T.; FREITAS, M.F. (2007). Estudo comparativo do comportamento térmico dos compósitos para adobe e chapas de partículas. In: *Terra em seminário 2007:* V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Lisboa: Argumentum. p. 91-93.

CARBONIERI, A.M.O. (2002). *Reciclagem de garrafas PET em forma de fibras para reforço de solos.* Trabalho de Graduação – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

CINCOTTO, M.A. (1988). Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Tecnologia de edificações*. 1.ed. São Paulo: Construtora Lix da Cunha S.A/ PINI/ IPT, Divisão de Edificações, p. 71-74. (Coletânea de trabalhos).

DAMASCENO, L.F. (2009). *Arquitetura Ecológica: Proposta de uma aplicação de materiais sustentáveis.* Relatório de Projeto de Iniciação Científica, Fapesp nº 07/57361-4 – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 130p.

FARIA, O.B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe:* um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)*.* São Carlos, 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FARIA, O.B. (2007). *Utilização de macrófitas aquáticas e sedimento do Reservatório de Salto Grande (Americana – SP) na produção de adobe, visando seu aproveitamento na construção de habitações de interesse social.* Relatório Final de projeto de pesquisa financiado pela FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 03/12460-4). 346p.

FARIA, O.B.; GARCIA, A.R.; FALAVIGNA, J.P.; RAMOS, S.C. (2007). Caracterização de adobe, produzido com sedimento lLacustre e biomassa de *Eicchornia Crassipes*, e sua utilização na construção de habitação de interesse social mais sustentável. In: SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 5., 2007, Aveiro (Portugal). *Actas...* Aveiro: Universidade de Aveiro. 1 CD-ROM. p. 1-12.

GAUZIN-MULLER, D. (2002). *Arquitectura Ecológica*. Barcelona: Gustavo Gilli.

JOHN, V.M. (2000). *Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Tese (livre docência), 102p..

MIYAZATO, T. (2007). *Placas para forro habitacional compostas de resíduos com embalagens cartonadas*: Uma alternativa à construção civil. Relatório de Projeto de Iniciação Científica – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

NEVES, C.M.M.; FARIA, O.B.; ROTONDARO, R.; CEVALLOS, P.S.; HOFFMANN, M.V. (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 4. e SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 3., 2005, Monsaraz (Portugal). *Actas...* Vila Nova de Cerveira (Portugal): Escola Superior Galaecia / PROTERRA-CYTED. 1 CD-ROM. p. 1-32.

PEREIRA, M.A.R.; FARIA, O.B. (2009). *Bambu Project:* mechanical characteristics of the glued laminated bamboo. In: World Bamboo Congress, 8., 2009, Bangkoc (Thailand). *8th World Bamboo Congress Proceedings.* Massachusetts: World Bamboo Organization. n.1, v.8, p. 135-150.

SANTOS, M.F.N. (2006). *Arquitetura Sustentável:* Utilização de resíduos industriais e fibras vegetais na construção civil. Relatório de Projeto de Iniciação Científica – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

ZIMBACK, C.R.L. (2003). *Levantamento de solos*. Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas (GEPAG) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu.

Curriculum

(1) Engenheira Civil (FEB/UNESP, 1986); Mestre em Engenharia de Estruturas (EESC/USP, 1991); Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente do

Departamento de Engenharia Civil e do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (a Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru).

(2) Engenheiro Civil (FEB/UNESP, 1981); Mestre em Arquitetura e Urbanismo (EESC/USP, 1993); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente e chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru); membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA.

(3) Engenheiro Mecânico (FEB/UNESP, 1980); Doutor em Engenharia Mecânica (EESC/USP, 2001); docente do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru).

(4) Aluna do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru); Bolsita de Iniciaçao Científica da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

“UN TECHO PA´TODOS”-TRANSFERENCIA TECNOLOGICA CON TIERRA LA UNIVERSIDAD COMO ESPACIO DE FORMACIÓN CON PARADIGMAS SOSTENIBLES EN COLOMBIA

Lucia Esperanza Garzón
Arquitecta Universidad Piloto de Colombia / TECNOTIERRA
PROTERRA -Bogota- Colombia Tel: (057) 3102450630
E-mail: bioarquitecturatierra@gmail.com, luciagarzon@gmail.com

***Tema* 4**: Arquitectura vernácula y contemporanea.
Palabras clave: Arquitectura con tierra, transferencia tecnológica, formación.

Resumen
En los albores del siglo XXI se hace urgente reflexionar sobre el impacto de la construcción y la responsabilidad de los arquitectos frente a la sostenibilidad planetaria; es fundamental aportar a aminorar el cambio climático, brindar herramientas a los futuros arquitectos, con nuevos principios ecológicos que les permitan actuar y tener conciencia sobre su aporte profesional.

En Colombia la Universidad Gran Colombia-UGC, abre el espacio universitario y académico para empezar un proyecto de formación con nuevos paradigmas. La transferencia y el desarrollo tecnológico con tierra para los futuros arquitectos, comienzan con el compromiso de la facultad de Arquitectura por formar a los futuros profesionales con un enfoque filosófico y ético, propiciar la adquisición de herramientas técnicas, metodologicas, investigativas y especialmente analíticas para cuestionar nuestra realidad, donde se brinde una respuesta a la carencia de vivienda en los países en vías de desarrollo, propiciando un nuevo enfoque en el ejercicio profesional, disponerse a la innovación, con una nueva pedagogía y didáctica de la arquitectura, que permita integrar la practica y la teoría, con un enfoque integral y poco convencional.

Durante los dos últimos años se vienen realizando diplomados, talleres internacionales y cursos ínter semestrales que les permiten a los asistentes adquirir otros conocimientos, vivenciar innovaciones latinoamericanas y experimentar la construcción con materiales naturales como la tierra, intercambiar con investigadores y trasferidores, participar en la realización de modelos o prototipos a escala real, que les permiten dimensionar tecnológicamente el impacto técnico y el diseño en la obra constructiva. Este enfoque pedagógico tiene varios tópicos de transformación ideológica sobre la formación profesional, la experiencia para los participantes dimensiona otros efectos del rol social, la proyección de esta nueva filosofía, podría generar en el medio universitario, a través de las diferentes direcciones de las otras facultades de arquitectura y en un corto plazo una oferta de profesionales que parte de nuevos principios ecológicos y sostenibles.

U*N TECHO PA’TODOS* *Tecnologías sostenibles para cubiertas con materiales no convencionales*, hace parte de un proceso pedagógico de formación para estudiantes de arquitectura de la UGC, donde la experiencia pedagógica exige un cambio de paradigmas en el rol profesional y facilita dimensionar la responsabilidad que tenemos todos los ciudadanos y mas los profesionales de la construcción, con la responsabilidad de proteger la única casa que tenemos: el planeta TIERRA. **Un techo pa’todos** promueve la conciencia hacia la equidad y la búsqueda de alternativas técnicas para observar y propiciar las posibilidades de transformación de la realidad. Este programa explora alternativas para actuar en los contextos de nuestra región, aprovechar los potenciales recursos humanos, naturales y materiales, hacia tecnologías que propicien la equidad y que armonicen la sostenibilidad planetaria (económica, social y ambiental).

El Objetivo de este articulo es compartir la experiencia realizada en los últimos años frente a la formación de los futuros profesionales, proponer una metodología de formación, evaluar y dimensionar el impacto y los efectos que podría causar en el planeta este enfoque de profesionales sensibles a lo ecológico y ambiental aplicado a la arquitectura y la construcción. Proyectar una nueva didáctica de la arquitectura a partir de la visión sostenible y de un

desarrollo tecnológico acorde a la realidad del contexto latinoamericano y de los nuevos tiempos.

1. INTRODUCCIÓN

Como profesional latinoamericana, perteneciente a la red PROTERRA y persona sensible al tema de la sostenibilidad planetaria, considero que en nuestro contexto es urgente explorar soluciones tecnológicas para la construcción de vivienda social con recursos locales de bajo costo e investigar propuestas, colectivizarlas y socializarlas más allá del mundo académico. Considero que las instituciones universitarias y los centros de investigación tienen como compromiso aportar a la producción social del hábitat. Se ha identificado que en la mayoría de las instituciones educativas, los docentes por su ejercicio profesional carecen de proyectos de investigación relacionados con materiales no convencionales y no tienen acceso a información teórica y practica, relacionada con otros desarrollos tecnológicos, además carecen de elementos para aportar a la realidad de la sociedad menos favorecida. Por tanto es pertinente, acercarse a este medio y promover el interés y la investigación en estos temas sobre sostenibilidad, con talleres y programas que incentiven un mayor nivel de participación de las escuelas en la formación de los nuevos profesionales, que respondan a los retos de la humanidad en el área de la arquitectura, ingeniería y construcción, hacia un desarrollo sostenible.

La filosofía del programa se evidencia en el titulo del proyecto: **Un techo pa'todos** que exalta la importancia del cuidado del techo global. El planeta TIERRA, es el único lugar que conocemos hasta hoy para habitar, es nuestra gran casa y esta amenazada con el desarrollo del ultimo siglo, es urgente atender y actuar frente a esta situación desde todas las áreas del conocimiento humano, creando ética y conciencia en los profesionales en formación, y demostrando como la arquitectura puede ayudar a minimizar los impactos. Se debe percibir y tomar conciencia de como el sector de la construcción es responsable del 40% de la producción de CO_2 (por la producción de materiales durante la era industrial), y que la actividad profesional puede incidir en el ahorro del consumo de energía para la construcción.

La concentración de población en el proceso de urbanización en los países en desarrollo, con el modelo de producción del hábitat social, ha incrementado la exclusión, la inequidad y ante la situación es necesario entrar a cubrir otra "Hambre" mas, la de la vivienda, pero de una forma sostenible.

Al ofrecer programas como **Un techo pa'todos**, dirigido hacia las instituciones educativas, se da una apertura a un proceso de formación atractivo para los estudiantes, que posiciona las instituciones universitarias dentro del contexto social, para responder a la realidad de las necesidades actuales de la sociedad colombiana y en procura de crear nuevas inquietudes dentro del modelo académico frente al rol del ejercicio profesional, cuestionando la acción de los docentes. Asimismo hace aportes a la construcción de una pedagogía innovadora y da cuerpo a una forma de plasmar la arquitectura y la construcción como compromiso planetario, promover en la sociedad otro tipo de espacios alternativos de formación y comenzar un proceso enseñanza-aprendizaje con temas pertinentes a los tiempos actuales en los medios educativos formales. Un caso es la Universidad Gran Colombia de Bogotá, donde se desarrollo como un segundo programa de formación después de un diplomado realizado el año 2008: Construcción sostenible y arquitectura con tierra, actividad realizada de forma paralela al tercer seminario – Foro Internacional 2008 Tecnologías sostenibles para el hábitat en américa latina.

Como dice Pedro Lorenzo en Un techo para vivir (2005): *"Un techo es una de las primeras aspiraciones de toda familia y puede que sea el escalón imprescindible para*

*pasar de supervivientes a categoría de ciudadanos. El techo – tejado protector- es símbolo de hogar, de cobijo y del refugio que mejor comprendía la casa. Coincidimos con el clásico: Vivienda y cultura, en que se afirma que…" los edificios mas primitivos no son sino un tejado"….". **

Otro argumento para abordar el tema de los techos se fundamenta en las investigaciones del CYTED (Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, dentro de ellos están los programas XIV.A HABITERRA, XIV.3 TECHOS, XIV.5 CON TECHO-Programa 10x10, XIV.6 PROTERRA, XIV.8 CASA PARTES) y en mi experiencia de constructora, que me permitió percibir la importancia del capitulo de cubiertas en la construcción. En lo económico, la cobertura es uno de los ítems del presupuesto de una construcción que sobrepasa el 30% de los costos de inversión en una vivienda. La cubierta y su estructura, son capítulos de obra que requieren desarrollo tecnológico y merecen replantearse, fomentando la investigación, conceptualización y proyección a corto plazo, si se quieren buscar nuevos sistemas mas apropiados para los menos favorecidos.

Los techos o cubiertas, al ser un elemento funcional complejo por las condiciones ambientales de nuestro país, que posee diversidad de climas, temperaturas, radiaciones solares, pluviosidad, sismisidad, deben responder también al confort y a la problemática social de la autoconstrucción, hacia un desarrollo tecnológico blando, que facilite la accesibilidad y ofrezca nuevas alternativas económicas y brinde seguridad (figura 1). Adicionalmente para responder a estas determinantes físicas, existen aspectos importantes a evaluar como son los imaginarios sociales, culturales y simbólicos.



Figura 1 – Prototipo de bóveda con ladrillo recostado dirigida por Ramón Aguirre, México
(Crédito: Lucia Esperanza Garzón, 2009)

Las cubiertas tradicionales mas usadas como las tejas onduladas de fibrocemento, las laminas metálicas zincadas y las tejas de barro cocidas, son deficientes desde el punto de vista funcional, de confort térmico y de habitabilidad. En algunos casos son inaccesibles y como sistemas no responden adecuadamente a los climas de las diversas regiones, pero por varias situaciones se han implementado; Por ejemplo durante muchas décadas, se dio el uso masivo de las tejas con asbesto cemento (Eternit) – material prohibido desde hace pocos años. Aspectos de salud y de impacto ambiental, obligan a remplazarlas y buscar nuevas soluciones populares que estudien adicionalmente cualidades sostenibles y se explore con alternativas de componentes livianos, autoportantes experimentando materiales alternos y racionalizando técnicas tradicionales con recursos locales.

Para este programa se investigaron en Latinoamérica cuatro alternativas con prototipos de cubiertas que vienen en un proceso de investigación, algunas fueron aplicadas, estudiadas y evaluadas; y propiciaron soluciones de coberturas con

materiales del contexto, no convencionales. Uno de los objetivos fue realizarlas a escala real, durante un proceso del taller teórico / practico, para lo cual se convoco la participación de cuatro profesionales expertos investigadores y transferidores de dichas tecnologías, de manera que en un vinculo directo y humano, desarrollaran el proceso pedagógico de transferencia tecnológica.

La metodología de realización de los talleres, la gestión y la promoción fue el resultado de un proceso de formación, investigación y creación personal y colectiva (PROTERRA), que buscaba ampliar los nichos de transferencia tecnológica con materiales como la tierra, la madera, la guadua (Bambú), en medios educativos formales e informales.

Como profesional independiente el trabajo de “abrir la brecha” se ha respaldado con la red PROTERRA que avala un equipo iberoamericano diverso, y con la voluntad y apertura mental de la universidad, lo cual estableció un puente entre las experiencias de investigación y desarrollo tecnológico con esta entidad. Así se ha logrado un espacio de difusión de las tecnologías alternativas y de transferencia tecnológica con tierra, que lentamente viene ganando terreno como esta experiencia.

Progresivamente se han dado nuevos pasos en la gestión entre entidades (con inversión en obras como ítem de investigación, cambios en la logística académica y participación de docentes extranjeros). Esto posiciona la transferencia tecnológica con tierra en Colombia, a través de diplomados y talleres de interés para la Red, atractivos para las universidades, como fue la experiencia desarrollada como CONSTRUTIERRA 2006, donde la red Proterra en asocio con las Universidades Javeriana, U.Sto Tomas de Tunja, Escuela Colombiana de Ingeniería y Fedevivienda, realizo un exitoso evento internacional que dio paso a las instituciones para creer y crear nuevos programas académicos, algunos dan pie a programas de formación en maestría, el eje de estas experiencias es la metodología de **aprender haciendo** (figura 2), mediante nuevos recursos materiales y pedagógicos y así, ir cambiando algunos paradigmas que propician la credibilidad sobre otras formas de producir un mejor habitat y proyectar innovaciones a otros sectores con vista a OTRA arquitectura mas sostenible.



Figura 2 – **Aprender haciendo**: 70 estudiantes de arquitectura, seis días, cuatro prototipos simultáneos, sensibilizándose con una arquitectura comprometida con los nuevos tiempos que cambia paradigmas. (Crédito: Lucia Esperanza Garzón, 2009)

2. PROBLEMÁTICA SOCIAL y HABITACIONAL EN COLOMBIA

Según *El camino hacia un país de propietarios*, publicado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Política de Vivienda, la situación general de Colombia es la siguiente:

1. Colombia por estadísticas (DANE), tiene una población en el 2003 que alcanzó 44,5 millones de habitantes, y la pobreza como un problema estructural que ha

llegado a niveles de 64,2% de la población: cerca de 25,5 millones de personas y más del 70% reside en áreas urbanas.

2. La indigencia pasó de 18,1% en 1997 a 31% para el 2003, aproximadamente 13,7 millones (Contraloría General); más de 11 millones de colombianos viven con un dólar al día.

3. Se vive un conflicto armado que lleva más de cincuenta años, agudizando los problemas sociales del país, principalmente por el desplazamiento forzado que ha ocasionado unas nuevas formas de asentamientos precarios y desarraigo. El desplazamiento forzado compromete entre 2 y 3 millones de personas, según el Alto Comisionado de la ONU para los Derechos Humanos (CODHES 2004)

4. El déficit cuantitativo, para el año 2001, en las zonas urbanas, se estimaba en 1.100.000 viviendas.

5. El déficit cualitativo, es decir, las viviendas que requieren mejoramiento por deficiencias físicas o insuficiente dotación de infraestructura básica, alcanzaba 975.000 viviendas, para el mismo año. La problemática habitacional, más allá del déficit físico de vivienda, tiene una implicación socio-económica estructural de compleja resolución. El déficit acumulado total es de más de dos millones de unidades, lo que equivale aproximadamente al 30% de hogares urbanos.

6. La tasa anual de crecimiento demográfico es del 1.8%. Cada año se conforman cerca de 200.000 nuevos hogares (150.000 en áreas urbanas).

La Constitución Política de Colombia de 1991 en su artículo 51 dice: “Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución”.

Ante estas cifras y con esta realidad colombiana en el presente siglo, la problemática social y habitacional exige participación y compromiso de todos los sectores de la sociedad. Las universidades particularmente, no pueden estar al margen de esta realidad y los profesionales en formación merecen tener una educación que les permita responder, atender y aportar soluciones a esta cruda situación. Adicionalmente Colombia como país mega diverso, con esta problemática social y con el incremento de la pobreza, está avanzando en la destrucción de recursos naturales de forma acelerada. Los desplazamientos, las poblaciones emigrantes y la falta de recursos, causa un impacto ambiental en la deforestación y deterioro que vienen incrementándose con las políticas neoliberales y el modelo de desarrollo, que crea aun más inequidad.

3. UN TECHO PA’TODOS – COMO PROYECTO PEDAGÒGICO

El programa se incluyó dentro del marco de curso ínter-semestral de la Facultad de Arquitectura de la Universidad La Gran Colombia con la intensidad de 120 horas académicas, que se distribuyo así: 28 horas de conferencias, 40 horas de taller, 48 horas de talleres prácticos y 4 horas para la entrega de los proyectos (figura 3).



Figura 3 – Afiche de promoción del evento, realizado entre el 14 de Junio y 10 de Julio, 2009

La metodología del curso fue diversa, la inducción y fundamentación se realizaron durante el programa con clases y conferencias magistrales con cerca de quince profesionales expertos en diversas áreas. Después se realizo un trabajo de investigación sobre materiales constructivos no convencionales (como madera, guadua, tierra, residuos industriales entre otros). Paralelamente se realizó un trabajo con tutoría guiada por el equipo docente que participó durante todo el programa (8 profesores permanentes de la facultad de arquitectura – un ingeniero y arquitectos), se presentaron algunos videos, se realizó el taller práctico que abarcó el 40% del tiempo de aprendizaje (en los fines de semana), donde cada participante vivenció la experiencia del inicio al fin de una obra constructiva, y compartió con un tallerista transferidor la realización de diversas actividades de la construcción; al final del proceso, se plasmó esta experiencia en un proyecto de diseño arquitectónico de vivienda social, implementando múltiples técnicas de las cubiertas transferidas.

La metodología de Acción-Método-Teoría en la propuesta pedagógica se realizó con una guía y orientación, planeando objetivos estratégicos e indicadores para evaluar el proceso.

Aprender haciendo ha sido parte de una visión de la metodología de Investigación Acción Participativa – IAP. Es un proceso donde la construcción del conocimiento se realiza en un espacio democrático de participación, que permite la interacción humana flexible y articula los intereses de los participantes, de forma horizontal, ya sea transferidor, docente o estudiante, y donde el trabajo se consolida con un hecho concreto (obra), esta metodología estimula el aprendizaje y desarrolla la transversalidad de conocimientos, motivando a otros aprendizajes humanos.

La metodología IAP se construye de forma paralela a la formación de la autonomía y responsabilidad de adquirir el conocimiento con un equipo de trabajo. La forma de aprendizaje en un espacio tipo taller exige una dinámica con pro actividad de todos los asistentes, donde nadie es espectador y con una interacción humana donde están involucradas las emociones. Lo cual es una experiencia pedagógica, que permite vivenciar e intercambiar con valores humanos tales como: la tolerancia, el respeto y otros valores fundamentales para la convivencia humana y la ecología planetaria.

Los participantes son co-gestores de la obra, con interés, convicción y credibilidad, dentro de un proceso de aceptación que es real y concreto, tangible y mesurable para construir un proceso de acción-colaboración–creatividad-innovación. Así se involucra a los estudiantes y profesionales en un programa académico más comprometido y sensible, que proyecta hacia el futuro nuevos investigadores innovadores.

3.1. Objetivo general

El curso Inter-Semestral **Un techo pa'todos** – Tecnologías sostenibles para cubiertas con materiales no convencionales, tuvo como objetivo promover en los profesionales el interés investigativo, formativo y de proyección tecnológica enmarcado en la sostenibilidad planetaria, mediante el uso de materiales no convencionales para techos o cubiertas, lo cual, como actividad de la construcción hoy consume considerables recursos económicos, energéticos y humanos. El evento que pretendía brindar un conocimiento integral, bajo principios filosóficos de lo que implica **Un techo pa'todos**, realizó cuatro (4) prototipos de cubiertas que iba desde la teoría hasta la practica con asistentes, todos estudiantes de la facultad de arquitectura y que estaban realizando sus estudios en diferentes niveles de formación, para canalizar todo este conocimiento en un proceso de diseño de una vivienda social, donde se aplicaron los conocimientos de transferencia tecnológica, se evaluaron aspectos económicos, ambientales y sociales con tópicos de calidad, del ciclo de vida, consumo energético, legislación, sismo resistencia, técnicas y tecnologías, y se realizo un acercamiento a experiencias contemporáneas.

3.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos consisten en:

- Promover el encuentro entre estudiantes (70), docentes (8), conferencistas (15) y profesionales expertos (5) que comparten enfoques e investigaciones diversas, se transfirieron los cuatro tipo de cubiertas y techos, desarrollados en algunas partes de la región, (domocaña, adobito recostado; bóvedas, bovedillas y cúpulas de bloque de tierra comprimido (BTC).

- Estimular el interés por la investigación y las estrategias de construcción eficiente, enfocada al mejoramiento y desarrollo en la calidad ambiental de la arquitectura, que ayude a la vez a solucionar problemáticas de consumo energético con los ciclos de vida de los materiales e impactos en la "Huella ecológica".

- Desarrollar un ejercicio de reflexión que ayudo a fundamentar conceptos en temas de interés público para articular la academia con profesionales especializados en tecnologías sostenibles.

- Proyectar la Facultad de Arquitectura al medio externo, como una Institución reconocida extra-académicamente, interesada en las problemáticas ambientales, que aporta al cambio climático y al desarrollo sostenible.

- Crear espacios de discusión y crítica entre estudiantes, docentes, profesionales, en torno a la importancia de la ética y del compromiso con la equidad, con recursos locales, criterio sostenible para el hábitat popular urbano y rural, y con miras a fomentar el desarrollo de proyectos prácticos y teóricos demostrativos, dentro y fuera de la academia.

- Realizar en la sede de la facultad (campus), cuatro espacios de 40 m2 en total, que serán usados a futuro como laboratorio de tecnologías.

- Despertar en los estudiantes de arquitectura de La Universidad Gran Colombia el interés y la capacidad para desarrollar proyectos de investigación enfocados al desarrollo tecnológico c que aporten a las necesidades del hábitat.

3.3. Experiencia práctica

De la experiencia en obra que tuvo una duración de cuarenta y ocho (48) horas, en seis días con jornadas de ocho (8) horas, durante dos (2) fines de semana, se realizaron las cuatro (4) técnicas de cobertura de forma simultánea y se llegó como meta a obtener todos los prototipos ya cubiertos en la última sesión. Para lograr ello, se planificaron previamente las obras de cimentación y de estructuras (con un mes de anterioridad), las practicas se distribuyeron en grupos de diez y ocho (18) personas en promedio y se dejó la realización de las obras de cubiertas con los participantes del taller, enfocados en realizar esta transferencia durante la practica, construyendo la estructura de la cubierta, la envoltura y la impermeabilización inicial. Durante los dos fines de semana se cumplieron las metas de obra y metas pedagógicas con los setenta (70) participantes que estuvieron presentes de forma proactiva.

En cada proceso constructivo se conoció el ensamblaje y montaje de la cubierta, las facilidades y dificultades que presentaba cada una de las técnicas y se realizó las mezclas de morteros para su revestimiento, así como una primera etapa de los acabados. En esta dinámica todos los participantes pudieron identificar los rendimientos y cuidados que cada técnica exige (vulnerabilidades). Igualmente adquirieron algunas competencias paralelas al conocimiento teórico como fue el manejo de herramientas y acercamiento a los materiales que normalmente las facultades de arquitectura no realizan. Incluso algunos docentes se capacitaron ya que por su especialidad no tienen elementos para aportar en las obras, en este caso una obra constructiva a escala real 1:1.

En el taller se estimuló el sentido de participación y colaboración para trabajar en equipo, los asistentes (docentes, estudiantes y transferidores), dimensionaron con la experiencia los niveles de desarrollo tecnológico de cada prototipo, aciertos y dificultades de estos sistemas y procedimientos constructivos.

Aunque el programa fue un plan de formación muy ambicioso, no solamente en lo practico sino también en lo teórico al ser un curso ínter-semestral, de solo un mes, donde se pretendía abarcar muchos tópicos, los resultados, aprendizajes y cambios en los paradigmas de los docentes, directivos universitarios y estudiantes fueron un acierto al construir un antes y un después de este TALLER (figura 4).



Figura 4 – Prototipo de bovedillas construidas con bloque tierra cemento – BTC. Sistema innovador que funciona como entrepiso y como cubierta. Taller dirigido por la Arq. Clara Ángel (Colombia) (Crédito: Lucia Esperanza Garzón, 2009)

3.4. Otros logros

La experiencia al interior de la universidad generó cambios dentro de la estructura académica, tales como la visión sostenible de la arquitectura dentro de la política universitaria y los estudiantes se sintieron más situados en una realidad nacional y planetaria. Se adquirieron nuevos parámetros pedagógicos de enseñanza-aprendizaje de la arquitectura con esta filosofía con otra proyección y compromiso social y

respondiendo a temas de actualidad que promueven una dinámica educativa progresista.

Este programa ha motivado a la institución para abrirse al mercado y realizar otros cursos de formación que se necesitan en el medio exterior y que tienen pertinencia cultural; situación tal, que en el contexto colombiano hasta el momento, ninguna institución lo esta realizando. Ha motivado también la producción de materiales audiovisuales y materiales didácticos.

Ahora la U. Gran Colombia desea Formar el equipo docente con una **nueva pedagogía** hacia lo sostenible, acumulando experiencias que le brinden un nuevo perfil pedagógico y realizando permanentemente estos programas, para visualizar la fundamentación teórica que en un mediano plazo, permita desarrollar un espacio de maestría hacia la vivienda social con tecnológicas no convencionales como materiales alternativos del mercado.

Al concluir el curso, se pudo evaluar y percibir el efecto en la sensibilización hacia una **nueva conciencia** de los participantes sobre las sostenibilidad planetaria, el valor de una arquitectura digna y de la realidad social. El tema ha resonado dentro de otros espacios académicos y al interior de la facultad los estudiantes están incluyendo el tema de la sostenibilidad como un parámetro más de diseño en los nuevos cursos de la academia. La integración entre el ejercicio de diseño de una vivienda social con la aplicación de una solución constructiva con tecnología no convencional y formas geométricas, articuló la representación y la ejecución constructiva y propició un ejercicio innovador dentro de la facultad, con una concepción tridimensional del diseño. Al cambiar el proceso mental de solución de proyectos arquitectónicos, los estudiantes adquirieron mayor valoración por el trabajo de obra y el trabajo en equipo, más allá de la cátedra, revaluando el trabajo practico de construcción.

Este curso permitió a la Universidad ampliar espacios de participación social, tales como las propuestas al concurso nacional de vivienda CONVIVE, encuentros internacionales donde la facultad de arquitectura de la UGC, participa en el encuentro de estudiantes y facultades de arquitectura, presentando una ponencia sobre este curso y donde se demuestra cómo la universidad se compromete con el tema del cambio climático y el calentamiento global con acciones que puedan aportar a nivel latinoamericano, este encuentro se realizó en Trujillo-Perú en Octubre de 2009. Esta visualización de la facultad esta causando efectos secundarios en otras facultades, motivando a realizar eventos, seminarios y otra formación de los profesionales de la arquitectura en el país e incluir este tema como parte de las necesidades para los nuevos tiempos.

4. PROYECCIONES - PRESENTE Y FUTURO

La universidad es un espacio importante para los nuevos retos en la sostenibilidad ambiental del planeta y no puede estar ajeno a ello, pero para integrar esta nueva metodología de aprendizaje precisa asimilar algunos cambios al interior del sistema educativo, comenzando por la apertura mental de los directivos, equipos y profesionales docentes, hasta la logística y el aprovechamiento de los espacios pedagógicos que estos proyectos exigen. Son procesos en una etapa de consolidación, para la Universidad La Gran Colombia, como para otras facultades de arquitectura con voluntad política, que podrían generar acciones útiles hacia un desarrollo sostenible de forma practica y permitirían tener otra relación con la construcción del conocimiento, con la interacción interinstitucional y con el mejoramiento en la calidad de vida planetaria. Es importante observar que la pedagogía viene cambiando con los sistemas de comunicación y que el acelerado ritmo de vida exige nuevas acciones epistemológicas mas concretas. Mediante el

aporte de los laboratorios vivos de investigación comprometida con el cambio, equipos humanos pueden aportar a la conciencia en el manejo de los recursos naturales para un futuro mejor y más esperanzador.

En un futuro, a mediano plazo, se espera poder consolidar nuevas propuestas pedagógicas y de investigación con otras nuevas instituciones que propicien:

- Multiplicar esta experiencia y generar nuevos conocimientos y un acercamiento de la universidad hacia problemáticas reales (intervención en barrios, construcción de prototipos a escala, con la elaboración de una metodología pedagógica de trabajo académico) respecto a los materiales no convencionales.

- Desarrollo de tecnologías, sistemas constructivos y propuestas que se gesten al interior de procesos de investigación y concreción de experiencias teórico practicas, como laboratorio



Figura 5. Prototipo de domo caña realizado en guadua, técnica desarrollada en Perú; transferencia del taller realizado por la Ing. Raquel Barrionuevo /Perú.
(Crédito: Lucia Esperanza Garzón, 2009)

- Elaborar manuales para talleres específicos sobre sistemas constructivos con materiales no convencionales, que permitan multiplicar el aprendizaje de los estudiantes de arquitectura con proyección hacia soluciones de vivienda social. Aportar en el desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes de arquitectura, ingeniería, tecnología de la construcción y de estudios afines, para que ellos se dediquen en su ejercicio profesional a la intervención del ambiente construido y tengan en su proyección la transferencia de tecnologías con sentido social y los puedan aplicar como recursos pedagógicos para realizar talleres y procesos de autogestión hacia los usuarios de la autoconstrucción. Esto puede surgir como resultado o productos de experiencias en talleres en las diversas facultades que incrementen progresivamente un trabajo secuencial sobre la didáctica de transferencia.

Los estudiantes, futuros arquitectos de esta facultad que vienen realizando estos programas, adquieren ciertas competencias que les permiten ampliar su ejercicio profesional, como son: cambiar paradigmas de la arquitectura que ofrece el mercado y validar con su experiencia otras prácticas, al comprender la importancia de la relación de la técnica con los costos e impactos de la construcción, incentivan la capacidad critica e innovadora, frente al mercado convencional al detectar el rol de “vendedor” de los productos de mercado de la construcción, pero con criterios mas holisticos. En síntesis adquieren herramientas para diseñar con nuevos principios comprendiendo el consumo de materiales, más ecológicos, éticos y con una visión multidisciplinaria.

6. REFLEXIONES FINALES

Como secuencia de experiencias tanto personales como interinstitucionales sobre los talleres, el proceso se va perfilando con una metodología para la **pedagogia de la tierra**, tanto en el aspecto de la conciencia sobre sostenibilidad planetaria como del uso y aplicación de la "Tierra" como material de construcción, cada vez más factible para un futuro inmediato. Hay que ir mejorando los procesos y la didáctica para construir un conocimiento sistematizado colectivo sobre la construcción con pensamiento científico, a partir de lo vivencial y fundamentado en otra perspectiva de la enseñanza aprendizaje de la arquitectura y la construcción.

La formación de los profesionales vinculada a la realidad de cada contexto, de apariencia muy obvia, en nuestros países latinoamericanos con los modelos de desarrollo externos, existe solo de forma parcial y por lo general la educación convencional de los arquitectos deja a los nuevos profesionales que egresan en una situaron incierta, con una sensación de frustración. En efecto, al salir al mercado profesional y no tener las competencias para responder a las necesidades de un mercado formal y de un amplio mercado informal, ejercen la profesión en un nicho de mercado de proyección laboral muy limitado (empresas constructoras formales y pequeños trabajos de obras) y se desperdicia un capital humano que podría tener un amplio espectro de actuación y aporte a una sociedad en el tema ecológico y ambiental.



Figura 6. Domo Caña, construido con estructuras de madera, impermeabilizado con canales y bajadas de agua lluvia. (Crédito: Lucia Esperanza Garzón, 2009).

Las reglas del mercado de la construcción dificultan evolucionar y desarrollar tecnologías con otros conceptos de desarrollo sostenible, si es que se puede hablar de ello. Pero la apropiación de tecnológicas con recursos locales, como país mega diverso, con múltiples posibilidades de recursos naturales renovables, aunque incipiente (por la falta de apoyo investigativo) viene dando los primeros pasos, como es el caso del desarrollo tecnológico de la "guadua" (Especie de las bambusas) usado cada vez mas como material de construcción e inclusive avalado como sistema constructivo en la norma de sismo resistencia NSR 98 (Colombia, 1998). Siendo múltiples los factores que permiten este cambio de paradigma, una de las principales razones es la pertenencia cultural y el vinculo de la sociedad con este material, con la tierra como material y por su naturaleza y espíritu, existe algo similar, es un material que ha estado presente en el contexto de toda las regiones del país, sigue presente y aunque de forma marginal, viene posicionándose y adquiriendo una nueva valoración por parte de la sociedad Colombiana, por ello incluso la normatividad y legislación también esta cambiando (ICONTEC, 2005).

El ser humano con su instinto de CONSERVACION tiene grandes dificultades de cambiar y transformar sus parámetros de comportamiento, sin embargo en este momento por la situación de riesgo planetario, en la sociedad hay una apertura de

pensamiento global y espiritual que facilita que las nuevas generaciones dimensionen de otra forma su paso por el planeta, la esperanza de cambio estará presente mientras exista la vida y aunque es desesperanzador ver la situación de algunos poderes políticos y económicos, frente a este sistema aun depredador de los recursos naturales, in equitativo y de alto impacto, siempre hay una luz en la gente joven que necesita hacer su aporte a la transformación de la humanidad y si compartimos nuestros conocimientos y ellos logran adquirir mayor conciencia, y herramientas para que la arquitectura, la construcción y la intervención del ambiente construido pueda ser mas sostenible, entre todos podremos aportar a esta nueva forma de habitar, donde todos podamos gozar de la generosidad de la naturaleza y tener un mejor futuro para todos los que siguen en esta "nave": ***NUESTRA TIERRA.***

Bibliografía

Colombia, (1998). NSR 98 - *Norma de sismo resistencia, Titulo E 7, Bahareque encementado*. Bogotá: INCONTEC

Colombia, (1991). *Constitución política*, titulo II, artículo 51, p. 12-130

Fals Borda, Orlando (1979-1986). *Investigación acción participativa en historia doble de la costa.* Colombia, (tres tomos).

Garzón, L. E. (2005). Una experiencia de educación informal en arquitectura con tierra. Transferencia y sensibilización. IV Seminário Ibero-americano de Construção com Terra; III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. *Terra em seminario*. Lisboa: Argumentum, p. 198-200.

Garzón, L. E. (2006). Experiencias aciertos y dificultades en la transferencia de tecnologias apropiadas con tierra. Caso de Colombia. *Terra Brasil 2006*. I Seminario de arquitetura y construçao com terra no Brasil. IV Seminario de Arquitetura de terra em Portugal. Ouro Preto / BRASIL, CD-ROOM.

Garzón, L. E. (2006a). Ecosostenubilidad y técnicas de construcción con tierra. Programa de educación informal experimental para aprender haciendo. *CONSTRUTIERRA 2006*. Bogotá: PROTERRA., CD-ROOM.

Garzón, L. E. (2007). Transferencia tecnológica con tierra…simplemente enseñar? *SIACOT- Seminario Iberoamericano de Construcción con tierra y SIIDS- Seminario Iberoamericano de investigación y diseño sustentable*. Tampico: Universidad Autónoma de Tamaulipas, p. 163-170.

Garzón, L. E. (2008). Un barrio eco-sostenible- Diseño Modular de construcción mixta con tierra. *Terra Brasil 2008*. Sao Luis de Maranhão: PROTERRA. CD-ROOM.

Garzón, L. E. (2009). Un techo pa´todos. Formando profesionales con una conciencia planetaria". *SIIDS- Seminario Internacional de Investigación del Diseño Sustentable- Diseñar para Reducir, Re-usar y Reciclar*. Tampico: Universidad Autónoma de Tamaulipas, CD-ROOM.

Garzón, L. E. Neves, C. (2007). Investigar, formar, capacitar y transferir. Los grandes desafíos de la arquitectura con tierra. *Revista APUNTES*, Vol. 20 No 2. Bogota: Universidad Javeriana, p. 324-335.

HABITERRA (1993). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo cemento. Lima: Programa Iberoamericano de Ciencia y tecnología para el Desarrollo- CYTED.

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2005). NTC 5324. *Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones, Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de Entrega*. Bogota: ICONTEC.

Lorenzo, Pedro (2005). un techo para vivir. Tecnologías para viviendas de producción social en América Latina. Barcelona: CYTED; Ediciones Universidad politécnica de Cataluña; UPC- Barcelona

Perú, (2000). E 080 Norma técnica de edificación. Adobe, Lima.

Curriculum

Lucía Esperanza Garzón, Arquitecta (U Piloto /Colombia, 1985), representante de la Red Iberoamericana Proterra /Colombia. Diseña, construye, investiga y transfiere tecnologías con materiales no convencionales. Gestiona y coordina pedagógicamente diversos programas de formación: U. Gran Colombia, ONG Fedevivienda, Escuela Artes y Oficios Villa de Leyva, Escuela Colombiana de Ingeniería- (2007) Promotora de diplomados y seminarios internacionales sobre tecnologías sostenibles: (2007, 2008 y 2009); CONSTRUTIERRA 2006; Un techo pa'todos (2009).

CONSTRUCTION OF SAFE AND HEALTHY ADOBE HOUSES AFTER THE PISCO 2007 EARTHQUAKE IN PERU

Marcial Blondet[1], **Julio Vargas**[2], **Álvaro Rubiños**[3]
Catholic University of Peru (PUCP)
Av. Universitaria. 1801, San Miguel, Lima 32, Peru
Tel: +511 626 2000
E-mail: mblondet@pucp.edu.pe, jhvargas@pucp.edu.pe, arubinos@pucp.edu.pe

Theme 3: Techniques, Construction, Research and Development
Key words: Earthquake, training, safe and healthy adobe houses

Abstract
On August 15th, 2007, a great earthquake of magnitude 7.9 Mw affected the southern area of Peru. Almost 76 thousand houses were destroyed and more than 319 thousand persons were affected. The majority of the destroyed constructions were made with adobe and the reason for their collapse was the lack of seismic reinforcement. Without any knowledge of healthy and earthquake resistant technologies, the affected families would rebuild their houses in a seismically vulnerable and unhealthy way.

This paper presents the actions taken in the affected zones by the Catholic University of Peru (PUCP) in a joint effort with several cooperation agencies and NGOs to develop capacities and train dwellers on the construction of healthy and earthquake-resistant adobe houses. The improved adobe houses include seismic reinforcement based on a geomesh which completely covers all adobe walls. The geomesh reinforcement increases the stiffness and strength of the walls and, more importantly, maintains the integrity of the house after the adobe walls have cracked, thus avoiding collapse (Blondet et al., 2008). The sanitary conditions of the new adobe houses are enhanced by including an external dry hole latrine and an improved kitchen made with local materials.

Training was provided to the dwellers of three cities in the affected area, including the construction of three improved adobe houses. It is hoped that the training program contributed to reduce the seismic risk and to improve the quality of life of many families in the areas affected by the Pisco earthquake. Furthermore, it is expected that these positive results will help disseminate the improved technologies for the construction of safe and healthy adobe houses in other seismic regions of Peru.

1. SAFE AND HEALTHY ADOBE CONSTRUCTION

In many developing countries around the world adobe construction is prevalent because the material is cheap and readily available, the construction technology is relatively simple, and adobe houses can be quite comfortable because of the material's excellent acoustic and thermal properties. Traditional adobe dwellings, however, are extremely vulnerable to earthquakes because the adobe walls are weak, heavy and brittle. Also, due to the lack of economic resources of the dwellers, most adobe construction is performed informally, without any seismic reinforcement, adequate technical supervision or quality control. As a result, every strong earthquake that has occurred in areas where adobe construction is common has caused enormous destruction and loss of life. Figure 1 shows several adobe houses which collapsed or suffered significant damage during the Pisco earthquake in Peru, and a confined masonry house (in the background) which did not suffer any damage.

Furthermore, the sanitary conditions of most adobe houses in rural areas of Peru are very poor, as there are no sanitation systems, and kitchens are primitive and without proper ventilation. These deficiencies cause respiratory infections and unnecessary illnesses in their occupants.



Fig. 1 – A street in Pisco after the earthquake (Credits: M Blondet)

During the past 35 years, the Catholic University of Peru (PUCP) has devoted considerable effort to the development of seismic reinforcement systems for adobe constructions (Vargas et al., 2005). A successful system developed and tested recently is based on a polymer mesh commonly used in geotechnical applications (geomesh).

The geomesh must be anchored to the concrete foundation and tied firmly to both sides of the adobe walls using a plastic string placed across the wall during construction. The mesh should also be attached to the wooden crown beam on top of each wall. The idea is that during seismic shaking the mesh will absorb the tensile stresses that the adobe masonry is unable to resist. Several seismic simulation tests were performed on the PUCP's shaking table and the reinforced models showed excellent performance (Fig. 2). The geomesh reinforcement increases the stiffness, strength and deformation capacity of the adobe walls. Furthermore, since the walls are completely surrounded by the mesh, even if they break into large pieces during very strong shaking, the mesh will keep the pieces from falling apart, thus avoiding collapse (Blondet et al., 2006). The mesh studied at PUCP costs about 1,5 US dollars per square meter and has a tensile strength of 22 kN/m (Madueño, 2005).

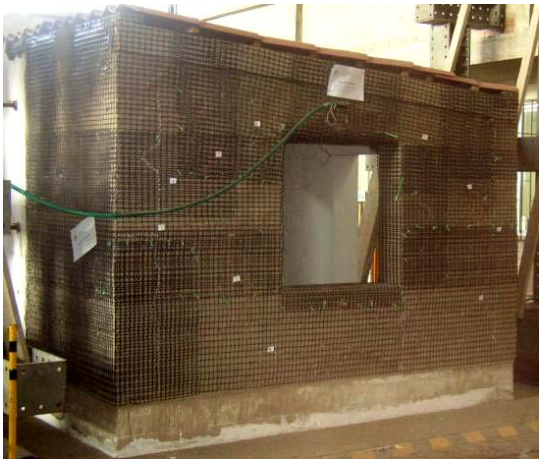


Fig. 2 - Reinforced adobe house after shaking test (Credits: Unknown)

In order to provide basic sanitation for low income families, CarePeru has developed a simple dry hole latrine and an improved adobe stove. CarePeru is an NGO with significant experienced in implementing training programs aimed at rural communities. Their approach is to develop the capability in the inhabitants to learn new technologies which will help improve their quality of life. The dry hole latrine is used to contain

human excreta. It prevents the users from illnesses due to poor hygiene and sanitation, and avoids environmental contamination. The improved adobe stove uses less firewood than traditional stoves and can be easily built with local materials. It can be built inside or outside the dwelling and has good ventilation. It therefore prevents respiratory infections common in adobe house dwellers, where the stove is inside the house without external ventilation.

The use of geomesh reinforcement to build seismic-resistant adobe houses and the dry hole latrine and adobe stove are important improvements, which will provide low income families with the possibility to live in safe and healthy houses.

2. THE PISCO EARTHQUAKE AND THE EMERGENCY RESPONSE

On August 15th, 2007, a strong earthquake occurred around 145 km south of Lima, near the city of Pisco. The earthquake had a magnitude of 7,9 Mw and intensity of VIII MM (Tavera et al., 2008). According to the Statistics and Informatics National Institute of Peru almost 600 persons died, around 300,000 were affected, and more than 75,000 dwellings were destroyed (INEI, 2007). Most of the damaged or collapsed houses were made with adobe. The cities most affected by the earthquake were Chincha, Pisco and Huancavelica.

One of the first actions taken by the Peruvian government after the earthquake was to create the Fund for the Reconstruction of the South (FORSUR), in order to manage the reconstruction process in the affected zones. The government also created housing programs based on the offer of a reconstruction bonus of around two thousand US dollars to those persons who demonstrated ownership of a destroyed house. This bonus could be used in three ways:

- Persons with adequate financial resources could use the bonus as partial payment towards the purchase of new (and relatively expensive) confined masonry houses.

- Persons of less economic means living in urban areas would get the equivalent of 1800 US dollars in construction materials from the Bank of Materials (BanMat). The remaining funds would be given in local currency to pay for qualified persons to build a confined masonry house.

- Persons living in rural areas would receive a materials kit to build a reinforced adobe house.

3. TRAINING PROGRAM ON SAFE AND HEALTHY ADOBE CONSTRUCTION

A training program to build improved adobe houses in the areas affected by the Pisco earthquake was conceived and implemented by the PUCP, CarePeru, FORSUR and SENCICO (government agency in charge of construction codes and training). The program was inspired by the human development capacity approach (Sen, 2000), which claims that development is achieved through the expansion of the capabilities of the people to have the freedom to live a good life. The participants of the training program would learn how to build, by themselves, better adobe houses. Thus, they would not be mere recipients of external aid, but they would be agents of their own development.

The PUCP and CarePeru professionals developed two booklets to explain the construction of safe and healthy adobe houses in a simple way, with many detailed illustrations. These booklets, designed for arid or highlands zones, were published by the PUCP Editorial Fund (Vargas et al., 2007a, b). The adobe houses described in the booklets have 50 m2 of floor plan and have four rooms. They have geomesh

reinforcement on all walls, and include an improved stove and a dry hole latrine. Figure 3 shows the illustrations of the proposed adobe house for highland zones, the geomesh placement, the improved kitchen and the dry hole latrine.

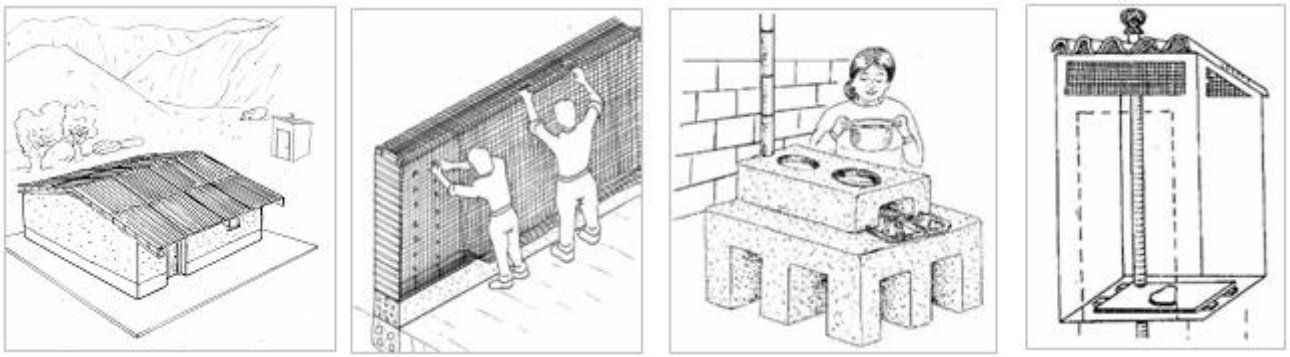


Fig. 3 - Illustrations from the construction booklet (Vargas et al., 2007a, b)

Professionals from the PUCP, CarePeru and the Swiss and German cooperation agencies also designed a smaller adobe house reinforced with geomesh that could be built in rural zones with the 6000 soles (2000 US dollars) reconstruction bonus offered by the Peruvian government. The Bono6000 house has 19 m2 of floor plan, two rooms, and better finishings than the house proposed in the booklets. The technical file includes the list of the materials required to build the house (Araujo et al., 2008). Figure 4 shows the floor plan view and the Bono6000 adobe house.

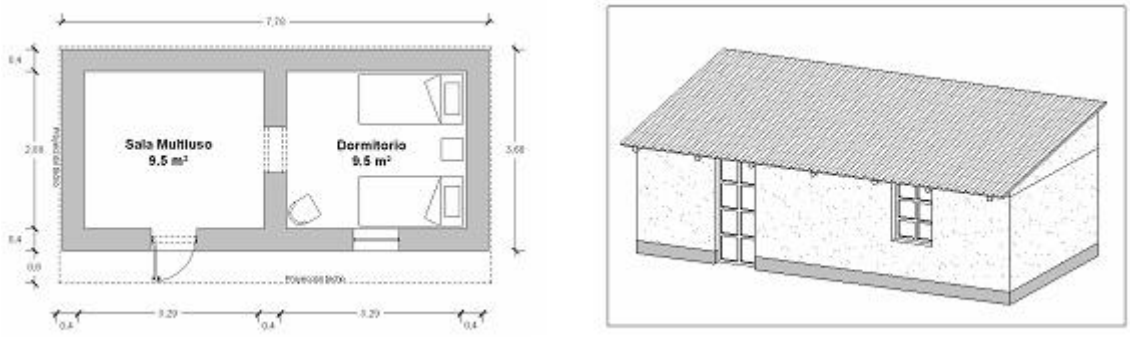


Fig. 4 – Floor plan view and Bono6000 adobe house (Araujo et al., 2008)

The training program was conceived as a “cascade” process, in which first some people are trained. Then, they would train more persons, and so on until the actual dwellers of adobe houses receive training.

The first phase of the program was developed in Lima, at the PUCP campus. A hundred persons were trained. The participants were builders, masons, construction technicians, civil engineers, architects and NGO members (Blondet et al., 2008). The program consisted of classroom lectures and practical lessons. An adobe wall was used to teach the participants how to tie the geomesh and how to plaster the wall with mud (Fig. 5). A demonstration adobe module, consisting of a portion of the reinforced adobe house proposed in the booklet was also built. One of the walls showed its different layers: adobe blocks joined with mud mortar, with plastic strings embedded in the mortar, geomesh, and mud plaster. The wooden roof, covered with crushed cane and mud, can also be clearly appreciated. Construction of the module, which closely followed the instructions given in the booklets, was videotaped to produce an educational video showing each step for the constructions of better adobe houses.



Fig. 5 - Geomesh placement training wall (Credits: Álvaro Rubiños, 2007)

The second phase of the training program was developed in the cities of Cañete, Chincha and Pisco, which were severely affected by the Pisco earthquake. The program was aimed at all citizens. The goals were to train 360 persons (120 persons in each city) and to build 9 model houses following the guidelines proposed in the booklet for arid zones (Vargas et al., 2007b).

Training included lessons in the classroom and in the field. Classroom lessons consisted of detailed explanations of the concepts and instructions included in the booklet. At the end of the course, the educational video was projected. A six hours class was given to all citizens and a three hours class was given to the different associations working in the intervention zone. All persons who completed the classroom courses received a certificate. The field lessons followed the “learning by doing” training methodology. The participants helped in the construction of a model reinforced adobe house in their neighborhood. A model house was built in three neighborhoods, in order to reach more persons. At the end of the course a test was given to those participants who wanted to be certified as reinforced adobe builders. The finished houses were donated to the most needed family in each neighborhood. Figure 6 shows the model house.



Fig. 6 – Model reinforced adobe house (Credits: Álvaro Rubiños, 2008)

The training program was successful: 883 persons attended classroom lessons, 276 received practical training, 102 persons were certified as construction technicians in reinforced adobe, and 9 families received new and improved adobe houses.

The Peruvian government has declared it a priority to implement new housing programs in rural areas. An economic incentive has been offered to build new adobe houses or reinforce existing ones using the geomesh technology. Accordingly, new training programs on improved adobe construction will be implemented. It is expected that these actions will contribute towards a better quality of life for many families who are now living in inadequate conditions.

4. CONCLUSIONS

- Millions of families living in traditional adobe dwellings located in seismic areas are at unacceptable risk. Furthermore, many times their homes are built in unhealthy and unsanitary conditions. It is possible, however, to build safe and healthy adobe houses at moderate cost.

- Successful reconstruction programs require the joint and coordinated efforts of many individuals and organizations, such as governmental institutions, professional associations, development and cooperation agencies, and universities.

- In economically depressed areas, external resources, such as the government reconstruction bonus, are indispensable because the inhabitants do not have the means to acquire the materials required for constructions of reasonable quality.

- The human development capacity approach provides an efficient framework for the design and implementation of training programs in which the participants learn how to build better homes and thus improve the quality of their lives.

5. REFERENCES

Araujo, J.; Krüger, F.; Vargas, J. (2008). *Basic adobe module reinforced with geomesh*. (In Spanish). Lima (Peru): CARE Peru. Technical file.

Blondet, M.; Torrealva, D.; Vargas, J.; Villa Garcia, G.; Ginocchio, F. (2006). *Reinforcing adobe constructions with industrial elements: seismic simulation tests.* (In Spanish). Lima (Peru): Catholic University of Peru (PUCP).

Blondet, M.; Vargas, J.; Patron, P.; Stanojevich, M.; Rubiños, A. (2008). *A Human development approach for the construction of safe and healthy adobe houses in seismic areas*. Beijing (China): 14th World Conference on Earthquake Engineering.

INEI (Statistics and Informatics National Institute). (2007). *Census of areas affected by the August 15, 2007 earthquake*. (In Spanish). Available on: http://www1.inei.gob.pe/sismo2007/Resultados1.asp?resultado=6. (Access: June 2009)

Madueño, I. (2005). *Reinforcing adobe constructions with industrial elements: preliminary study*. (In Spanish). Lima (Peru): Catholic University of Peru (PUCP).

Sen, A. (2000). *Development as freedom*. New York (USA): Anchor books (Random House).

Tavera, H.; Salas, H.; Jimenez, C.; Arredondo, L.; Parillo, R.; Millones, J. (2008). *Regional intensities associated to the Pisco earthquake of August 15, 2007*. (In Spanish). Lima (Peru); Geophysical Peruvian Institute.

Vargas, J.; Blondet, M. (2005). *35 years of SismoAdobe research at the Catholic University of Peru. SismoAdobe 2005: International Conference on Architecture, Conservation and Construction of Adobe Buildings in Seismic Areas*. (In Spanish). Lima (Peru): Catholic University of Peru (PUCP).

Vargas, J.; Torrealva, D.; Blondet, M. (2007a). *Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement. For arid zones*. (In Spanish). Lima (Peru): Catholic University of Peru Editorial Fund.

Vargas, J.; Torrealva, D.; Blondet, M. (2007b). *Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement. For highland zones*. (In Spanish). Lima (Peru): Catholic University of Peru Editorial Fund.

Curricula

Marcial Blondet: Professor of Civil Engineering (PUCP), Civil Engineer (PUCP, 1973), PhD in Engineering (University of California at Berkeley, 1981).

Julio Vargas Neumann: Professor of Civil Engineering (PUCP, 1963), Researcher on earthen construction in seismic areas (PUCP, 1971), Vice Minister of Housing (Peru, 1985), National Award in Culture, Science and Technology (1986), President of the Specialized Committee NTE E-080 Adobe (Peru, 2007).

Alvaro Rubiños: Research Assistant (PUCP, 2008), Civil Engineer (PUCP, 2009).

CONSTRUÇÃO E FINALIZAÇÃO DA CASA DE APOIO DO PROJETO CRESCER: PERDAS E GANHOS

Rosana Soares Bertocco Parisi[1], Glacir Teresinha Fricke[2], Esther Aparecida Cervini[3], Eliana Marcon Tramontina[4], Alkemarra de Paula Leite[5], Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha[6], Maycon Douglas Costa[7], Wellington Gouveia Barroso[8]

PUCMinas-Poços de Caldas, GEAHAS- Grupo de Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Poços de Caldas,Minas Gerais, Brasil. Tel: (55) 21 35 37299214, Fax: (55) 21 35 37299201
E-mails: drparisi@uol.com.br[1]; glacir@pucpcaldas.br[2]; esthercervini@uol.com.br[3]; eliana.marcon@hotmail.com[4]; bruce_vandestersk@hotmail.com[5]; bibilance@yahoo.com.br[6]; mdcanjino@hotmail.com[7]; wellington.gouveia@yahoo.com.br[8]

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT.
Palavras-chave: Casa de Apoio, construção com terra, BTC.

RESUMO
Durante o 5º ATP, o Projeto CRESCER apresentou uma proposta para a reconstrução e resgate da cidadania e da reinserção social através da atividade laboral da fabricação de adobes e BTCs que ocorre dentro de uma comunidade terapêutica para tratamento de dependentes químicos em São José do Rio Pardo, cidade brasileira do interior do estado de São Paulo. Esse projeto previa a construção de uma Casa de Apoio, que foi iniciada no final de setembro de 2008 e que está quase totalmente concluída. Assim, a comunicação ora apresentada resgata todo o processo de construção desta edificação que foi desenvolvido baseado no ciclo de produção sustentável. Além disso, apresenta-se a experiência da construção sob os aspectos relativos à participação da comunidade de residentes do PEVI (denominação da comunidade terapêutica), ou relativos às mudanças que se fizeram necessárias para a viabilização da construção.

1. INTRODUÇÃO

No mês de setembro de 2008, a Casa de Apoio do Projeto CRESCER foi iniciada com o lançamento da pedra fundamental e marcação do gabarito. Esta construção, cujo projeto foi concebido como uma unidade de habitação de interesse social, foi construída em local visível e de fácil acesso para que pudesse se tornar um elemento de divulgação dos BTC's produzidos no PEVI, o Projeto Esperança e Vida, localizado no interior do Estado de São Paulo, Brasil. A edificação recebeu o nome de "Casa de Apoio" já que seria utilizada pela comunidade terapêutica onde está inserida para o processo de triagem de futuros interessados em internação no PEVI, onde realizam o tratamento de dependência química.

Ao mesmo tempo, a diretoria da entidade tinha por premissa a utilização dessa casa como abrigo transitório daqueles que, após a conclusão de seus tratamentos, até sua efetiva reinserção na sociedade em condições dignas, residissem nesse local. Porém, no decorrer da obra e com o estreitamento dos laços entre Diretoria do PEVI e as instituições gestoras do projeto CRESCER, a Casa de Apoio ganhou outra dimensão: o reconhecimento de que esta construção poderia se tornar uma construção de ciclo sustentável.

2. ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

As etapas da construção incluem diversas fases, a primeira fase tratou da produção dos blocos para serem usados na construção da Casa de Apoio. A segunda fase mostra todas as etapas da execução da obra desde a fundação até os acabamentos.

Também foram mencionados o uso de tratamento de esgoto de forma alternativa e o sistema de aquecimento da água pela captação de energia solar.

2.1. Produção dos blocos

Para que houvesse continuidade e dinâmica durante o processo de execução da edificação, foram realizadas oficinas e gincanas com o objetivo de sensibilizar os residentes do PEVI para a produção de adobes e BTCs. Buscou-se atingir uma meta de produção dos blocos em maior quantidade de peças em curtos períodos de tempo. A PUC-Minas, *campus* de Poços de Caldas, universidade parceira no projeto, cedeu, em regime de empréstimo, uma prensa alemã para BTC's que produz, simultaneamente três unidades de cada vez. Neste período inicial, com o funcionamento de duas prensas manuais, a do próprio Projeto CRESCER e a da PUC-Minas, os residentes do PEVI chegaram a produzir cerca de 1300 unidades/dia.

Quando a produção atingiu a marca das 10 mil unidades, as obras da Casa de Apoio foram intensificadas. Um dos problemas que desde então passou a ser verificado diz respeito à rotatividade de residentes no PEVI, em função até dos interesses individuais diversos: ainda que houvesse alguns residentes que gostassem de estar envolvidos na produção dos blocos, não havia um compromisso efetivo dos mesmos com tal processo de fabricação.

Além disso, a rotatividade dos homens residentes do PEVI fazia com que os responsáveis pela equipe de produção também fossem alterados. Resultado: poucos membros da equipe de produção de blocos conheciam efetivamente o processo de fabricação e as vantagens da produção dos adobes e BTC's em relação aos tijolos queimados. Deve-se esclarecer que, algumas vezes, tal rotatividade ocorria em função daqueles que abandonavam seu tratamento/internação mesmo antes de concluí-lo, e assim, afetavam a produção dos adobes e BTC's, mesmo sendo esta atividade parte da laborterapia da comunidade terapêutica.

2.2. Execução da obra

No que diz respeito à obra propriamente dita, o problema da rotatividade de residentes do PEVI passou a dificultar e retardar o processo de construção. Assim, acabou se tornando necessária a contratação de mão-de-obra especializada, a saber, um pedreiro e um servente, a fim de que a construção tomasse forma em curto espaço de tempo, para que se evitasse a aproximação do período das chuvas de verão.

Outro fator que foi detectado neste período diz respeito ao curto período de tempo que os residentes do PEVI poderiam ficar na obra e aprenderem mais sobre o processo construtivo da Casa de Apoio: apenas uma hora no período da manhã e uma hora no período da tarde, o que fazia com que tais residentes não se comprometessem efetivamente no processo de construção da edificação. Ainda que houvesse oficinas mensais temáticas para o envolvimento e sensibilização dos residentes e dos alunos das duas universidades parceiras nesta etapa do projeto, a PUC-Minas, *campus* de Poços de Caldas e a Universidade São Francisco *campus* de Itatiba, o número de residentes efetivamente envolvidos, via de regra, não ultrapassava um terço dos residentes dessa comunidade terapêutica, ou seja, 9 a 10 homens.

A figura 1 apresenta imagens do início da construção desta unidade de moradia. Deve-se esclarecer desde já que sobre as sapatas corridas foram empregados tijolos queimados. Pretendia-se, no entanto, empregar tijolos provenientes de demolições, porém a dificuldade de transporte dos mesmos e o custo desse material fez com que se fizesse a escolha dos tijolos queimados fabricados em uma olaria distante cerca 6 km do local onde a obra foi edificada.



Figura 1 – A Casa de Apoio do Projeto CRESCER começa a tomar forma: a locação, a fundação (sapata corrida em concreto) e a alvenaria de BTC (Crédito: Rosana Parisi, setembro/outubro de 2008)

Rapidamente outro problema surgiu: os residentes preferiam fabricar o BTC e protelavam a fabricação dos adobes em processo artesanal. Tal fato alterou substancialmente uma característica desejada no projeto: como havia na habitação dois dormitórios com as mesmas dimensões, para um dormitório fora planejado a alvenaria de adobe e para outro a de BTC. Porém, os moradores acabaram decidindo produzir um número bastante reduzido de adobes, que depois foi empregado na construção do balcão que divide os espaços da sala de estar e cozinha da edificação, como se fosse um registro da primeira proposta deste projeto e, portanto, os dois dormitórios foram construídos integralmente com BTC.

Deve-se apresentar ainda um ganho que o projeto teve neste momento: a habitação inicialmente seria construída com 56 m^2 e apenas dois dormitórios (figura 2). Havia já a previsão para uma ampliação da habitação que previa a construção de mais um dormitório e uma varanda de serviços, onde seria instalado um tanque.

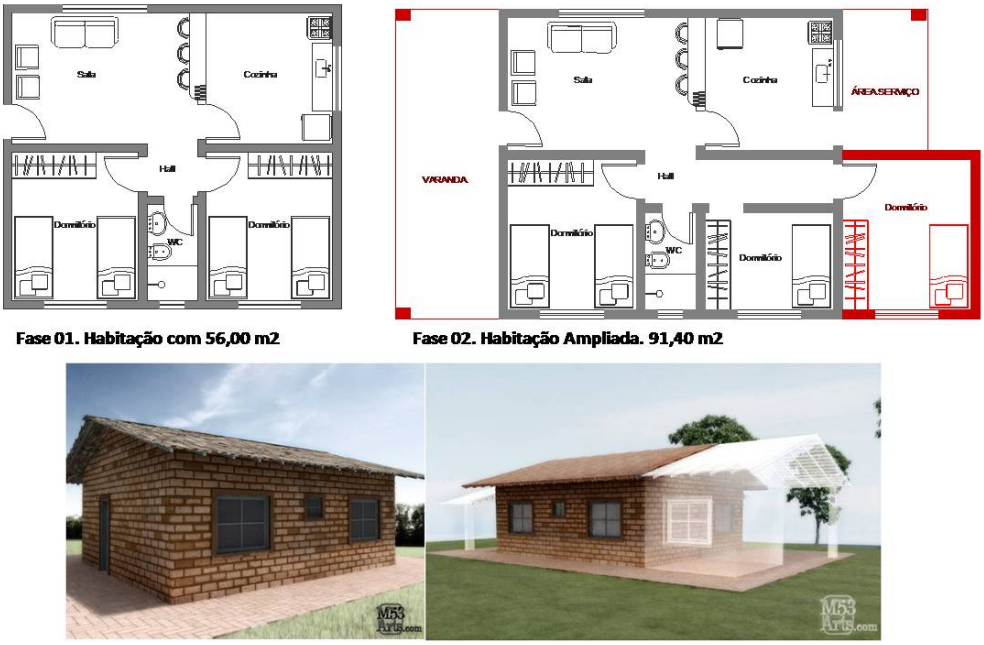


Figura 2 – As duas plantas e perspectivas da Casa de Apoio do projeto CRESCER, respectivamente, sem ampliação e com ampliação. Notar na moradia ampliada os dois dormitórios de dimensões iguais, o contíguo à varanda frontal e o contíguo a varanda de fundo (GEAHAS, 2009)

Com a decisão consciente da equipe técnica aliada ao incentivo da diretoria do PEVI, a unidade de habitação foi construída desde o início com três dormitórios, um banheiro, sala/cozinha integradas, varanda frontal e varanda de serviços totalizando 91,40 m^2. Nas imagens da figura 2, observa-se a planta inicialmente proposta e a

planta construída, assim como a simulação em maquete eletrônica das duas propostas e a casa tal como foi construída.

Pouco antes das comemorações natalinas, ou seja, próximo do dia 25 de dezembro, a primeira laje de cobertura da Casa de Apoio foi concretada. A respeito do sistema adotado, pretendia-se executar a laje leve implantada por Castañeda (2008) em uma unidade de habitação de interesse social construído no *campus* da Universidad Autònoma de Chiapas, México, que pode ser observada na figura 3.



Figura 3 – Esquema da laje leve mexicana que emprega como enchimento leve casca de coco, serragem, ou resíduo de PET. Protótipo instalado no campus da Universidad Autònoma de Chiapas, México (Crédito: Gabriel Castañeda, 2008)

No entanto, percebeu-se que, quando realizada a composição de custos para a execução da referida laje, o custo desse sistema era inviável para serem empregados nas unidades de habitação de interesse social do Brasil. Assim, acabou-se optando por utilizar a laje cerâmica de forro do tipo convencional em um dos dormitórios e a laje com o emprego de EPS (poliestireno expandido) no outro dormitório de igual dimensões assim como em todos os outros cômodos da referida moradia.

Alterou-se o projeto inicial de cobertura e, ao invés dos telhados com duas águas e cumeeira, optou-se por um telhado com duas águas independentes e sobrepostas. O motivo seria simplesmente facilitar o processo de execução e concretagem da laje da cobertura. Outra particularidade diz respeito ao forro, pois uma vez que o telhado compreenderia lajes inclinadas e independentes, optou-se por não colocar um forro horizontal nesta habitação. Com isso, os cômodos teriam pontos de pé direitos mais altos, acompanhando a inclinação de 25% das lajes. Este sistema de cobertura foi concluído no início de janeiro de 2009, mostrado na figura 4.

Neste momento já havia também se iniciado a construção do tanque para tratamento de esgotos (águas cinzas e negras) através do sistema de evapotranspiração. Com a intensificação das chuvas, o processo de construção tornou-se moroso.

Com as lajes de cobertura concretadas, foram iniciados os trabalhos para a confecção dos acabamentos. Internamente, a habitação recebeu chapisco e massa grossa, conservando-se na sala uma parede com BTC aparente. As aberturas colocadas na construção (vitrôs, janelas e portas), bem como revestimento cerâmico, louças de banheiro e pia da cozinha foram provenientes de demolições. Optou-se por deixar as instalações elétricas aparentes para evitar geração de resíduos com cortes nas paredes.



Figura 4 – Construção do tanque de evapotranspiração para o tratamento do esgoto, alvenaria e lajes cerâmica e com EPS concretadas (GEAHAS,2009)

Em seguida, foi iniciada a pintura da edificação com tintas produzidas à base de terra, cujo processo muito cativou tanto os residentes do PEVI quanto os acadêmicos das universidades parceiras. Em março de 2009, a casa foi pintada em regime de mutirão com extensiva participação de residentes e voluntários do PEVI, além dos professores e alunos das universidades. Com esta atividade, apenas restaria para finalizar o processo de construção a instalação da vedação da cobertura e logo após o sistema de captação de energia solar.

Como havia sido estabelecido preliminarmente, estabeleceram-se contatos com um fornecedor de uma resina impermeabilizante fabricada a partir do óleo de mamona (*Ricinus communis L*.) que seria utilizada para a impermeabilização das lajes e preparação da cobertura para a posterior colocação do teto verde. Ainda que houvesse interesse na implantação de uma cobertura verde leve implantada por Vecchia et al (2007) no campus da USP, em São Carlos, infelizmente não foi possível realizá-la por questões de orçamento. Assim, outros esforços foram empreendidos no sentido de viabilizar uma cobertura verde leve, porém, agregando à mesma um caráter diferencial que garantisse o comportamento pleno do sistema adotado e a possibilidade do reaproveitamento da água de chuva. Através de contato com a empresa de mantas vinílicas Recolast, percebeu-se que a implantação da cobertura verde viva com o emprego de manta vinílica de 8 mm seria viável para a Casa de Apoio. Esta alternativa já fora empregada em outras edificações localizadas no interior dos estados de São Paulo e Santa Catarina, no Brasil.

Os últimos detalhes foram acertados e, no dia 21 de setembro, a cobertura foi executada com a participação de acadêmicos da PUC-Minas e dos residentes do PEVI. Nesta data também foram praticamente concluídos o serviço de pintura da unidade de habitação, confeccionado à base de terra. A figura 5 mostra imagens da colocação do teto verde vivo e da finalização da pintura da Casa de Apoio.



Figura 5 – Início do teto verde e sua conclusão, assim como a finalização da pintura à base de terra (GEAHAS, 2009)

Neste momento a Casa de Apoio encontra-se praticamente concluída. Iniciaram-se atividades de confecção de jardins, bancos e divulgação visando definir a inauguração da mesma, que deve ocorrer no início do próximo mês. Deve-se destacar na Casa de Apoio os esforços para que a obra fosse realizada dentro do ciclo de construção sustentável, ou seja, buscando-se empregar materiais que gerassem menores

impactos ou resíduos para o meio ambiente, buscando-se a combinação das tecnologias a base de terra com sistemas industrializados de baixo consumo energético e/ou baixo impacto ambiental. O custo desta habitação por metro quadrado chegou a R$ 416,85 (reais) ou USD 225,35 (dólares), no qual estão embutidos, além dos gastos relativos a produção da habitação, os custos para abastecimento de água, captação e tratamento de esgoto e energia elétrica.

Mesmo que tenham ocorrido algumas dificuldades, houve também importantes ganhos e a Casa de Apoio do Projeto CRESCER se transforma, paulatinamente, em uma referência de construção sustentável não só para os residentes do PEVI ou para as universidades parceiras, mas também para a região onde está implantada. Tal unidade de habitação vem atraindo a atenção de diversos segmentos, de clubes de serviços e membros da sociedade que, sensibilizados pela causa em benefício do PEVI, reconhecem a importância das práticas sustentáveis que se consolidaram dentro da entidade. Recentemente, um grupo vinculado à Maçonaria, assim como um grupo de pessoas do Rotary Club Centro, doou ao PEVI mais duas prensas para que a produção de BTC possa ser ampliada.

Com a Casa de Apoio concluída, paulatinamente, a idéia de que uma construção com terra é feia ou é destinada aos pobres vem sendo desmistificada. A figura 6 mostra aspectos desta construção que é reconhecida como modelo e referência alternativa e sustentável.



Figura 6 - Casa de Apoio concluída (Crédito: Rosana Parisi, 2009)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizando e, aproveitando parte do título deste trabalho entre perdas e ganhos, esta é a primeira vez em que foi possível concretizar o processo de construção de uma edificação utilizando-se as tecnologias de construção com terra dentro de uma entidade. Ao mesmo tempo, está é a primeira vez dentro do Projeto Esperança e Vida que foram possíveis decisões conjuntas para que a obra agregasse soluções que revertessem no benefício e no conforto de seus moradores e usuários. Na região Sudeste do Brasil, onde tal comunidade terapêutica está instalada, não há outros exemplares de construções com terra inseridas em contextos semelhantes. Ao contrário, infelizmente, os poucos exemplares das construções com terra existentes nesta região do Brasil se destinam a atender famílias de média e alta renda, pousadas ou hotéis, deixando a habitação de famílias de baixa renda em um plano distinto.

Felizmente, tanto os aspectos positivos da construção da Casa de Apoio do projeto CRESCER quanto os negativos deixam como legado a importância de serem realizadas, continuamente, experiências que tenham por premissa dignificar a qualidade de vida dos moradores, agregando-lhes continuamente valores que resgatem os sistemas construtivos em que a terra como material de construção predominante envolva uma série de práticas sustentáveis que, em última análise, poderão ser exemplos promissores para outras iniciativas.

Vale a pena destacar que a proposta inicial ganhou uma dimensão maior no que se refere aos aspectos quantitativos, pois os aspectos qualitativos, embora sejam mais difíceis de mensurar puderam ser sentidos, nas reuniões que eram realizadas com os residentes e alunos das Universidades envolvidas. Esses se expressavam externando suas opiniões, afirmando o quanto foi importante a participação nesse Projeto. O ganho maior foi para a equipe técnica e executora do projeto, nós crescemos com o CRESCER em vários aspectos, mas o principal é o crescimento humano.

Agora concluída, certamente tal experiência contribuirá satisfatoriamente em outros projetos em que se tenha como objetivo dignificar o espaço da moradia, procurando agregar ao projeto e ao processo de construção a qualidade conquistada a partir dos materiais naturais, dos materiais reutilizados e do sentido de simplicidade.

Bibliografia

Anais do I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra (2002). Salvador: PROTERRA/CYTED.

CYTED/HABITED (2001). Vivienda Rural. 3er. Seminario sobre vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales*. Memoria*. Santiago de Cuba.

Faria, O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe:* um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. CRHEA, EESC, Universidade de São Paulo.

Faria, O. B. (2003). Avaliação do uso de macrófitas aquáticas na produção de adobe. *Actas del II Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 18 y 19 de septiembre. 1 CD-ROM

Hays, A.; Matuk, S. (2003). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación con técnicas mixtas de construcción con tierra. *Técnicas Mixtas de Construcción con tierra.* Salvador: PROTERRA/HABYTED/CYTED. pp.257-283.

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. C.; Hoffmann, M. (2005) Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. *Actas...* IV SIACOT/ III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Monsaraz: Escola Superior Galaecia / PROTERRA-CYTED. 1 CD-ROM. p. 1-32.

Nolasco, G.; González, A. L. (2004). Mi casa de bajareque. Una alternativa apropiable para el Sector de Ingresos Bajos. Coleção do Autor.

Vecchia, F. (1997). *Clima e ambiente construído. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (Tese de doutoramento).

Agradecimentos

Ao patrocínio do Instituto HSBC Solidariedade, ao apoio institucional da Faculdade de Engenharia/UNESP-Bauru (Laboratório de Mecânica dos Solos), da PUC-Minas/Campus de Poços de Caldas; da Universidade São Francisco e do PEVI.

Curriculum

Rosana Soares Bertocco Parisi, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1986), Mestre em Urbanismo Moderno e Contemporâneo (FAUPUCCAMP/2002), Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2008).

Glacir Teresinha Fricke, Arquiteta e Urbanista (FAUNISINOS/1983), Mestre em Engenharia Civil (FEC UNICAMP/1992) e Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/1999).

Esther Aparecida Cervini, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1989), Mestre em Artes Visuais UNESP/1990.

Eliana Marcon Tramontina, Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e Bolsista de Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Alkemarra de Paula Leite, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e voluntário do Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha, Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2007) e Bolsista do Projeto PROBIC (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Maycon Douglas Costa, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2007) e bolsista do Projeto de FIP (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Wellington Gomes Barroso, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e bolsista do Projeto CRESCER (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ADOBE DA REGIÃO DE AVEIRO

Tiago Martins, Humberto Varum e Aníbal Costa
Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro
Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO
Tel. (+351) 234 370938; E-mail: tmartins@civil.ua.pt; hvarum@ua.pt; agc@ua.pt

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento
Palavras-Chave: Adobe, absorção capilar, resistência à compressão.

Resumo
Os materiais de construção são na sua maioria estruturas porosas que geram trocas permanentes de humidade com o ambiente em que se encontram. Este comportamento condiciona, entre outras, as suas propriedades mecânicas e a sua durabilidade. No caso do material em análise, o adobe, e em concreto o utilizado nas estruturas de alvenaria resistente da região de Aveiro, pela sua sensibilidade à presença de água, tal comportamento reveste-se de especial importância, uma vez que, dadas as variações significativas do teor de humidade a que estão frequentemente sujeitas estas estruturas e os processos patológicos que, por via de condições de humidade adversas, se desencadeiam nas mesmas, tornam necessário avaliar em que medida se vêem afectadas por estes fenómenos as suas condições de segurança e durabilidade.

Em serviço, muitas estruturas em alvenaria de adobe experimentam com frequência alterações severas e até perenes das suas condições de humidade, fundamentalmente, por via da intensa absorção de água por capilaridade que se produz nas mesmas. Neste sentido, resulta lógico que, para entender globalmente o comportamento estrutural destas alvenarias, se torne necessário avaliar previamente em que medida estas variações afectam, algumas características mecânicas do material, nomeadamente a sua resistência.

Deste modo, o presente artigo tem como objectivo estudar a influência da presença de água capilar nas propriedades mecânicas do adobe da região de Aveiro. Para tal, foram realizados ensaios de compressão simples, para diferentes estados de humidade, desde a saturação ao estado “seco” (humidade de equilíbrio), sobre provetes cilíndricos extraídos de um conjunto representativo de blocos provenientes de diferentes adobes existentes em alvenarias correntes da região, muros e casas. Neste artigo são descritos os ensaios realizados e apresentados os resultados obtidos, analisando, a influência da variação de humidade nas propriedades mecânicas do adobe.

1. INTRODUÇÃO

A utilização do adobe em estruturas de alvenaria resistente em Portugal teve alguma expressão até a primeira metade do século XX, sobretudo na região de Aveiro. Até este período assistiu-se na região ao predomínio do emprego deste material, nas suas mais variadas tipologias e aplicações, em detrimento de outros materiais de uso frequente, à época, noutras regiões do país, como seja o exemplo da pedra. O seu emprego na construção veio entretanto, com a advento de novos materiais, como o betão armado, e técnicas construtivas, como sejam as estruturas porticadas, a ser gradualmente abandonado até ao seu quase desaparecimento como material e técnica construtiva durante a segunda metade do século XX (Oliveira e Galhano, 1992).

Nas últimas décadas, a conservação e reabilitação de grande parte deste edificado, com múltiplas realizações de reconhecido interesse histórico, cultural e arquitectónico, tem vindo a ser descurada. Como consequência, constata-se o estado actual de deterioração e de dano pronunciado evidenciado por uma grande parte destas

construções. A condição de abandono e ruína iminente em que se encontram muitas destas construções deixa antever a breve prazo a entrada em colapso das mesmas. Além de todas as consequências que acarreta a sua possível perda, a falta de manutenção deste património poderá implicar uma marcante redução da sua vida útil, quer pelas implicações em termos de durabilidade dos materiais, segurança estrutural questões e funcionais e de conforto.

Regra geral, a opção pela demolição tem sido a fatal solução para afrontar o estado actual de algum deste património edificado. Porém, nos últimos anos, tem-se assistido, por parte de alguns dos agentes implicados na preservação destas construções, motivados por diversos factores de ordem ambiental, económica e da sua consciencialização para a preservação do património, a um interesse crescente pela sua salvaguarda, promovendo a reabilitação das mesmas. Construções que, refira-se, na maioria dos casos se poderão encontram plenamente capazes, uma vez intervencionadas, em maior ou menor grau de profundidade, para cumprir as funções para as quais foram concebidas e construídas, satisfazendo, na maioria dos casos, além das exigências originais, grande parte dos parâmetros requeridos para as construções actuais correntes.

Decorre assim do exposto a necessidade de estudar, desenvolver e testar estratégias de intervenção que permitam, por via da reabilitação, prolongar a vida útil destas estruturas, tendo em conta os diferentes graus de profundidade das intervenções, e os principais mecanismos de dano verificados. Assim sendo, importa recordar que tais estruturas foram construídas utilizando técnicas e materiais tradicionais, com base no conhecimento empírico, e entretanto abandonados o que, numa primeira análise, exige que devam ser objecto de uma fase prévia de estudo e investigação multidisciplinar, essencial não só para a sua caracterização e compreensão mas também para o diagnóstico dos principais processos patológicos que nelas se desencadeiam e em que medida se vêem afectadas pelos mesmos. Neste sentido, cabe assinalar que entre as principais dificuldades que surgem aos técnicos que trabalham em intervenções de reabilitação deste património se encontra a falta de informação e conhecimento acerca das propriedades fundamentais que regem o comportamento mecânico do adobe (Arango-González, 1999) e, por outro lado, em que medida variações paramétricas de fenómenos correntes tão relevantes como seja a alteração frequente das condições de humidade do adobe podem influenciar essas mesmas propriedades mecânicas.

Assinale-se pois a importância deste fenómeno associado às alvenarias de adobe, uma vez que, por via da sua elevada porosidade e instabilidade face à acção cíclica da água, decorrente da ascensão capilar intensa que se verifica ao longo dos diferentes ciclos climatológicos, este se constitui como o factor desencadeante dos principais mecanismos de dano, afectando as suas propriedades e o seu comportamento e desempenho mecânico. Refira-se que, de acordo com os estudos prévios realizados pelos autores do presente artigo, um dos principais processos patológicos nas construções de adobe têm como causa fundamental a presença de água no adobe e a sua interacção com o mesmo.

Assim, surgiu o interesse em realizar o presente estudo, motivado pela insuficiente investigação e o escasso conhecimento existentes acerca destas propriedades e do seu comportamento mecânico do adobe face à presença de água. O objectivo central do presente estudo é investigar a influência da variação das suas condições de humidade nas propriedades mecânicas do adobe, essenciais para a caracterização do comportamento estrutural destas construções. Procurou-se contribuir para a criação uma base de resultados que, por um lado, sirva de apoio às intervenções de reabilitação e/ou reforço das construções de adobe e, por outro, permita servir de base

ao estudo de soluções de melhoria das características mecânicas das alvenarias, possibilitando a correcção das deficiências do seu comportamento estrutural.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Enquadramento normativo

Em geral, a bibliografia e normas internacionais relevantes sobre construção com terra, e em particular sobre adobe, são bastante díspares do ponto de vista dos procedimentos de ensaio preconizados. Assim, verifica-se que os métodos de ensaio e a formulação e análise dos resultados obtidos se definem adequando-os em função da especificidade local das características do material e das práticas correntes de ensaio, apoiando a sua metodologia em ensaios adaptados de outras áreas de conhecimento. Quer isto dizer que o enquadramento normativo dos ensaios para diferentes tipos de alvenaria de adobe existentes no mundo difere muito entre si, estando este muito condicionado pelo estudo prévio dos aspectos mais relevantes que condicionam o seu comportamento em cada região (Jiménez-Delgado, 2006).

Assim sendo, face a tais heterogeneidades e à inexistência de uma base normativa para o adobe em estudo neste trabalho, na definição da metodologia de ensaio que serviu de base ao estudo realizado, quer para os ensaios de caracterização mecânica (RILEM, 1994), quer para os ensaios de absorção capilar (RILEM, 1994; CEN, 2008), procurou-se adoptar procedimentos de ensaio padrão utilizados para outros materiais, compatibilizando-os com as especificidades do material em estudo. Deste modo, os procedimentos utilizados em ditos ensaios foram ajustados por aspectos que se considera aferirem uma exequibilidade prática aos diferentes ensaios levados a cabo e que permitem a compatibilidade entre os mesmos (Faria, 2009). Apesar das discrepâncias antes referidas, que não permitem sempre uma comparação directa entre os resultados preconizados pelos diferentes procedimentos de ensaio consultados na bibliografia, assinale-se como dados mais significativos da recolha normativa realizada que as normas existentes limitam inferiormente a resistência à compressão do adobe para construções novas entre 1,0 MPa e 2,1 MPa. Além disso, convém referir que na bibliografia consultada nenhuma referência prevê requisitos mínimos de resistência mecânica para o adobe saturado. Somente se detectou num caso menção à capacidade de absorção total de água admissível para o adobe estabilizado na norma NMAC 14.7.4. (2003), a qual limita a 2,5%, após imersão em água durante 7 dias, a máxima absorção de água para que este se considere estabilizado. Entenda-se neste contexto a estabilização como resultante da adição de agentes ligantes ou impermeabilizantes, como sejam a cal, o cimento ou emulsões asfálticas. Assinale-se porém que, para o caso dos blocos de terra comprimida (BTC), as referências bibliográficas à absorção de água permitida para validar os processos de estabilização neste material são menos estritas permitindo limites de absorção total de água, de entre 5% a 20% (ARS 674, 1996; NBR 8492 MB1960, 1984; Ottazzi *et al.*, 1995).

2.2. Recolha de amostras e execução de provetes de ensaio

Procurou-se na recolha das amostras para o presente estudo a maior representatividade possível da diversidade tipológica de adobes existentes na região, em relação às propriedades determinantes do comportamento em compreensão. A heterogeneidade detectada é relevante ao nível do tamanho dos blocos de adobe, da forma dos mesmos, da sua constituição, do seu processo de fabrico, etc. (Fig.1) perfilando-se esta como uma dificuldade significativa na recolha de um conjunto de amostras suficientemente amplo que pudesse representar tal diversidade. Deste modo, as amostras de muros e casas seleccionadas, foram recolhidas em diversas

alvenarias de distintos locais da região de forma a caracterizar o mais largamente possível a variedade de adobes existentes na mesma.

As amostras recolhidas, sempre que possível, eram constituídas por blocos inteiros de adobe e pequenas amostras intactas de argamassa de junta e de reboco. À excepção de alguns blocos cuja coesão e/ou granulometria não o permitiram, foi possível extrair dos blocos recolhidos, carotes cilíndricos com diâmetro aproximado de 90 mm (Fig.1). Estes foram posteriormente cortados com uma altura igual a duas vezes o seu diâmetro, procedendo-se à regularização das faces de topo dos provetes de forma a estarem perfeitamente paralelas e perpendiculares ao seu eixo, e normalizadas as suas dimensões com o objectivo de serem ensaiados em condições similares e de acordo com as normas adoptadas. De realçar, desde logo, que a aparência dos diferentes provetes obtidos era notoriamente heterogénea, o que, como adiante se comprova, reflectir-se-á nos resultados obtidos nos ensaios físicos e mecânicos (Fig.1).

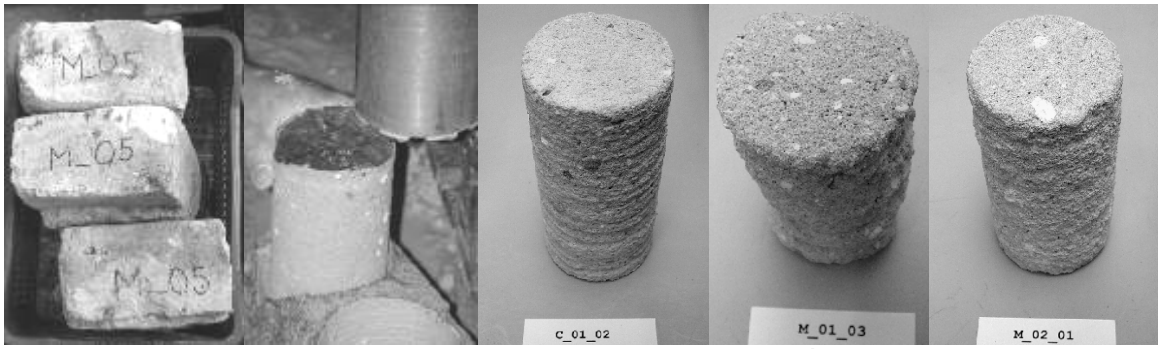
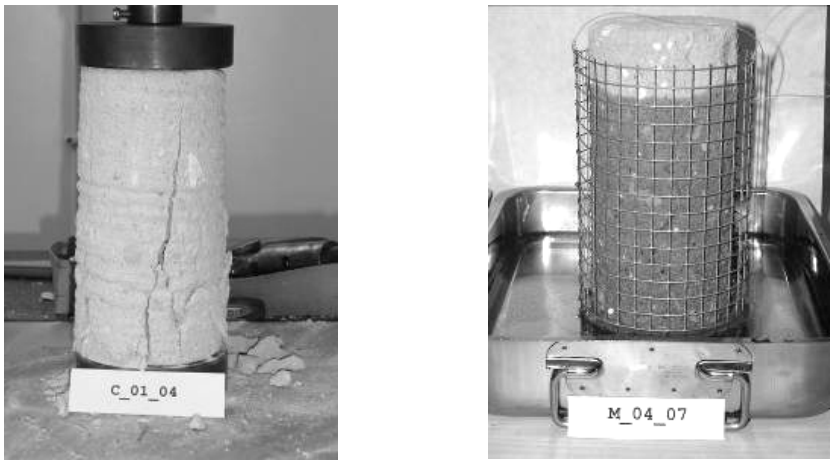


Fig.1 - Procedimento de extracção e preparação dos provetes (Créditos: Fotos dos autores).

Para facilitar a identificação e análise dos provetes, estes foram numerados e seriados, segundo a sua proveniência, diferenciando, respectivamente, amostras de casas e muros com a notação: C_i e M_i, onde i representa o número da obra. É ainda utilizado um segundo índice j (representando o número da amostra de cada proveniência), sempre que é feita referência particular a um provete específico.

3. METODOLOGIA DE ENSAIO

Um total de 28 provetes cilíndricos foi produzido e submetido a ensaios de caracterização mecânica (Fig.2-a) e/ou de absorção (Fig.2-b), dos quais, 11 eram provenientes de amostras de casas e 17 de muros.



a) Compressão simples b) Absorção capilar

Fig.2 - Ensaios de caracterização mecânica e de absorção de água (Créditos: Fotos dos autores).

A caracterização mecânica realizada centrou-se fundamentalmente na determinação da resistência à compressão simples dos provetes cilíndricos, parâmetro fundamental de desempenho mecânico para a avaliação da segurança estrutural destas construções. Deste modo, com recurso a uma prensa mecânica foi determinada a tensão de rotura à compressão dos provetes para dois estados de humidade, estado saturado e estado "seco" (humidade de equilíbrio). O seu valor foi estimado individualmente a partir da carga de rotura obtida para cada provete dividida pela área da secção transversal resistente (perpendicular ao eixo de aplicação da carga) e expresso em N/mm^2, como descrito na norma RILEM (1994). A resistência média, sempre que o número de ensaios o permitiu, para as diferentes amostras (C_i e M_i) e estados de humidade foi igualmente calculada.

Adicionalmente, para a casa C_01 foi desenvolvido um ensaio de resistência à compressão simples de amostras das suas argamassas de reboco. Neste caso, dada a espessura reduzida da argamassa, foram produzidos provetes laminares finos, ensaiadas em compressão com o auxílio de duas chapas quadradas de aço de 4 cm de lado, colocadas uma de cada lado das faces inferior e superior da amostra de argamassa de reboco, nas quais foi aplicado o esforço de compressão transmitido pelos pratos da prensa.

Os ensaios de absorção realizados compreenderam a determinação dos valores dos coeficientes de absorção e penetração capilar de acordo com o estipulado em prEN 15801 (2008) e RILEM (1994) e da capacidade de absorção total de água de acordo com NMAC 14.7.4 (2003).

A análise experimental dos coeficientes de absorção e penetração capilar consiste, resumidamente, em colocar os provetes em contacto com água, medindo, respectivamente, a variação da massa e da altura da frente de água absorvida em função da raiz quadrada do tempo. Em relação à sua determinação destacam-se as seguintes etapas básicas do procedimento experimental e metodologia de cálculo adoptados:

a) Os provetes são inicialmente secos em estufa ventilada à temperatura de 60 ± 2 ºC até atingirem massa constante, sendo posteriormente colocados no exsicador até atingirem a temperatura de 23 ± 1 ºC; a partir da qual pode dar-se início ao ensaio.
b) Coloca-se um papel de filtro ou feltro geotéxtil sobre suportes de reduzidas dimensões apoiados na base de um tabuleiro e satura-se com água, sem que a água exceda a superfície superior do tabuleiro. O nível de água deve manter-se constante ao longo do ensaio.
c) Procede-se à medição, o mais rigorosa possível, das dimensões do provete, incluindo a secção transversal (A, m^2) (perpendicular à direcção de absorção capilar) e do seu peso, considerando-se (m_o, g) como sendo a massa inicial. Este é então colocado em contacto com a água, iniciando-se a contagem do tempo.
d) A massa (m_i) de cada provete torna a ser aferida em tempos de ensaio definidos (t_i, em segundos), após ligeiro contacto da base de ensaio com um pano húmido permitindo que goteje e repõem-se, imediatamente, em seguida o provete de novo em contacto com a água. No mesmo instante t_i calcula-se igualmente a altura (H_i, cm) de água absorvida por capilaridade acima da superfície inferior do provete. Esta é determinada pela média aritmética de alturas medidas em 4 geratrizes igualmente espaçadas.
e) A expressão dos resultados da quantidade de água capilar absorvida pelo provete por unidade de área Q_i no instante t_i é dada pela relação: $Q_i = (m_i-m_o)/A\ [g/m^2]$, em que m_i, m_o foram definidos anteriormente e onde m_i-m_o representa o incremento de massa para cada instante t_i, e A a secção transversal da base do provete em contacto com a água.

f) Os valores de Q_i são registados num gráfico, em função da raiz quadrada do tempo. A quantidade total de água capilar absorvida pelo provete por unidade de área é o valor assimptótico representado no gráfico e permite avaliar a absorção máxima do adobe. O coeficiente de absorção capilar (AC) é obtido do gráfico, pelo declive do troço linear mais representativo no início do ensaio, em $g/m^2s^{1/2}$. É determinado por regressão linear, utilizando pelo menos cinco pontos sucessivos. O coeficiente de penetração capilar (B) é representado pelo declive do troço inicial do gráfico obtido com a altura da frente de água, função da raiz quadrada do tempo, em $cm/s^{1/2}$, calculado por regressão linear.

Uma vez terminados os ensaios anteriormente descritos, os provetes foram imersos totalmente em água, durante 7 dias completos para a posterior análise da capacidade de absorção total e da resistência saturada à compressão simples. Assim, transcorrido este período de imersão em água, foi aferida a massa saturada de cada provete, correspondendo a diferença percentual entre a massa saturada (m_{sat}) e massa seca (m_o) ao valor de sua capacidade total de absorção de água. Finalmente, os provetes uma vez saturados foram imediatamente ensaiados à compressão simples, com procedimentos semelhantes aos utilizados para os provetes “secos”.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A realização dos ensaios de caracterização mecânica permitiu a obtenção de resultados referentes às resistências à compressão simples dos provetes de adobe para o estado “seco” (humidade de equilíbrio) e para o estado saturado. Na Fig.3 encontram-se sintetizados, para cada ensaio, os resultados obtidos. No caso dos provetes “secos” foram igualmente estimados, com base no registo das curvas de comportamento tensão-deformação de cada provete (Fig.4), valores referentes ao módulo de elasticidade e à deformação correspondente à resistência de pico dos mesmos (Fig.3). Ainda na Fig.3 são apresentados os resultados referentes aos ensaios de resistência à compressão da argamassa de reboco (AR) da casa C_01. Na Fig.5 apresentam-se igualmente para os provetes do muro M_04, a título exemplificativo, as curvas de comportamento obtidas nos ensaios de compressão simples para os dois estados em estudo (“seco” e saturado).

Da observação dos resultados expostos, para os ensaios de compressão simples dos provetes “secos”, cabe salientar os valores significativos de resistência à compressão simples obtidos, variando individualmente entre 0,54 e 2,02 MPa. Destes destacam-se um dos provetes referentes ao muro M_05 onde resultou o valor mais elevado de resistência à compressão, 2,02 MPa. Em oposição, em termos de resistência média, os provetes da casa C_03 apresentaram o pior desempenho em termos de resistência à compressão, inferior a 0,8 MPa. Acrescente-se que, da análise diferenciada dos resultados obtidos entre os provetes provenientes de casas e muros, se observa aparentemente um prevalecimento para melhores resultados em termos de rigidez (módulo de elasticidade) e resistência à compressão nos provetes provenientes de casas. Ainda assim, e de acordo com as referencias normativas consultadas, referidas anteriormente, assinale-se que em geral os valores de resistência à compressão simples obtidos para os adobes da região se encontram dentro do intervalo de valores mínimos de resistência estabelecidos pela mesmas.

Ainda em relação aos provetes “secos”, assinale-se a elevada disparidade de valores obtidos, a qual traduz de alguma forma as diferenças aparentes observadas aquando da elaboração prévia dos provetes e que em última análise expressa a grande a variabilidade de adobes existentes na região, já discutida nas secções anteriores.

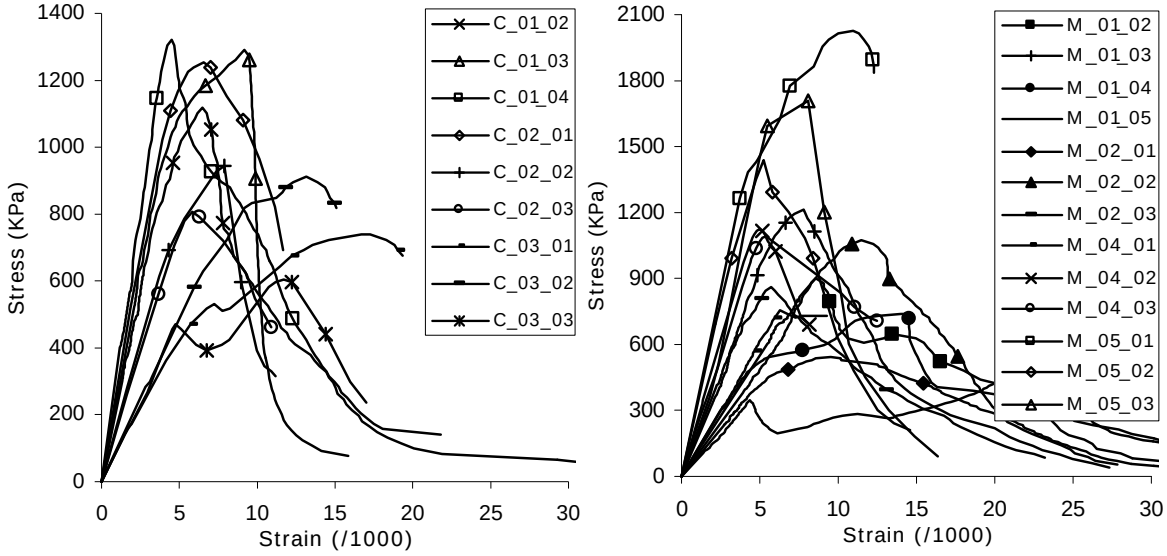
Provete			Propriedades mecânicas			
			Módulo de Young [MPa]	Resistência à compressão dos provetes "secos" [MPa]	Deformação no pico [‰]	Resistência à compressão dos provetes "saturados" [MPa]
Casas	Casa 1	C_01_02	230,0	1,12	6,47	--
		C_01_03	250,0	1,29	9,15	--
		C_01_04	340,0	1,32	4,50	--
		C_01_08	--	--	--	1,18
		Média	273,3	1,24	6,71	--
		AR_C_01_01 (Argamassa)	--	3,21	--	--
		AR_C_01_02 (Argamassa)	--	2,35	--	--
		Média	--	2,78	--	--
	Casa 2	C_02_01	280,0	1,25	6,54	--
		C_02_02	170,0	0,94	7,88	--
		C_02_03	160,0	0,81	5,82	--
		Média	203,3	1,00	6,75	--
	Casa 3	C_03_01	95,0	0,74	16,71	--
		C_03_02	100,0	0,91	13,15	--
		C_03_03	95,0	0,61	11,69	--
		C_03_07	--	--	--	(2)
		Média	96,7	0,75	13,85	--
Muros	Muro 1	M_01_02	110,0	0,90	8,56	--
		M_01_03	185,0	1,21	7,80	--
		M_01_04	120,0	0,74	--	--
		Média	138,3	0,95	8,18	--
	Muro 2	M_02_01	85,0	0,54	9,50	--
		M_02_02	97,0	1,07	11,47	--
		M_02_03	170,0	0,86	5,72	--
		Média	117,3	0,83	8,90	--
	Muro 4	M_04_01	120,0	0,75	6,28	--
		M_04_02	250,0	1,12	5,00	--
		M_04_03	230,0	1,09	5,36	--
		M_04_07	--	--	--	0,54
		Média	200,0	0,99	5,55	--
	Muro 5	M_05_01	340,0	2,02	10,96	--
		M_05_02	320,0	1,44	5,25	--
		M_05_03	360,0	1,71	7,12	--
		M_05_07	--	--	--	1,21
		M_05_08	--	--	--	(1)
		M_05_09	--	--	--	1,65
		Média	340,0	1,57	6,19	1,43
	Muro 6	M_06_01	--	--	--	2,14

(1) Resultado não considerado válido devido à excessiva velocidade de ensaio
(2) Resultado não considerado válido devido ao modo de rotura observado no provete

Fig.3 - Resultados dos ensaios de caracterização mecânica (Créditos: Tabela dos autores).

Em relação aos valores obtidos para os ensaios de compressão de provetes saturados observa-se que estes apesar de, como esperado, serem inferiores aos alcançados nos provetes “secos”, do ponto de vista global dos resultados, encontram-se dentro do intervalo de valores obtidos de resistência à compressão “seca”, entre 0,5 e 2,0 MPa. Não obstante, importa salientar algumas tendências detectadas nos resultados alcançados, quando agrupados os provetes diferenciadamente por amostras (segundo

a sua proveniência) e quando comparados com os resultados obtidos para a mesmas amostras “secas”. Assim, observa-se que, enquanto que amostras como a da casa C_01 e a do já referido muro M_05, com elevadas resistências à compressão “seca”, apresentam reduções médias de resistência à compressão quando saturados de entre 5% a 10 %. No caso de provetes “secos” que apresentam valores de tensão de rotura mais reduzidos, como seja o caso M_04 (Fig.5), a diferença de resistências entre estado “seco” e saturado acentua-se, alcançando-se reduções percentuais de resistência à compressão da ordem dos 50%.



a) compressão simples: provetes de casas b) compressão simples: provetes de muros

Fig.4 - Curvas de comportamento dos provetes “secos” ensaiados à compressão simples: tensão vs. deformação (Créditos: Gráficos dos autores).

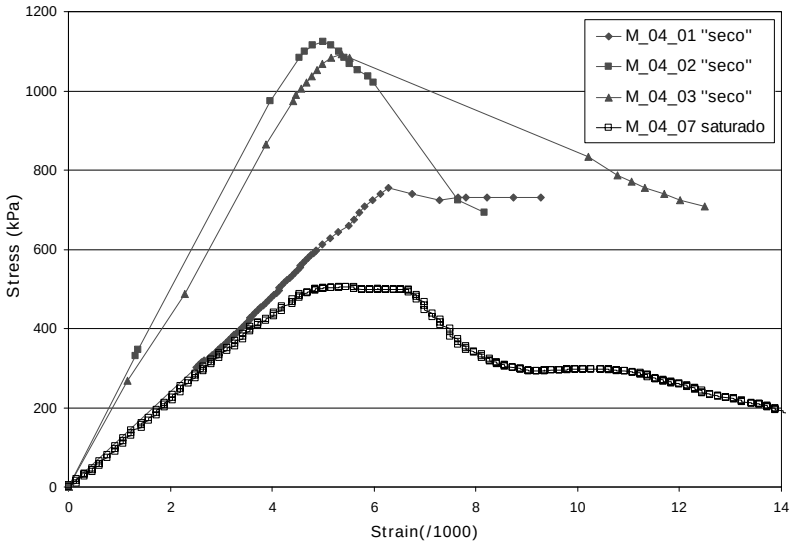


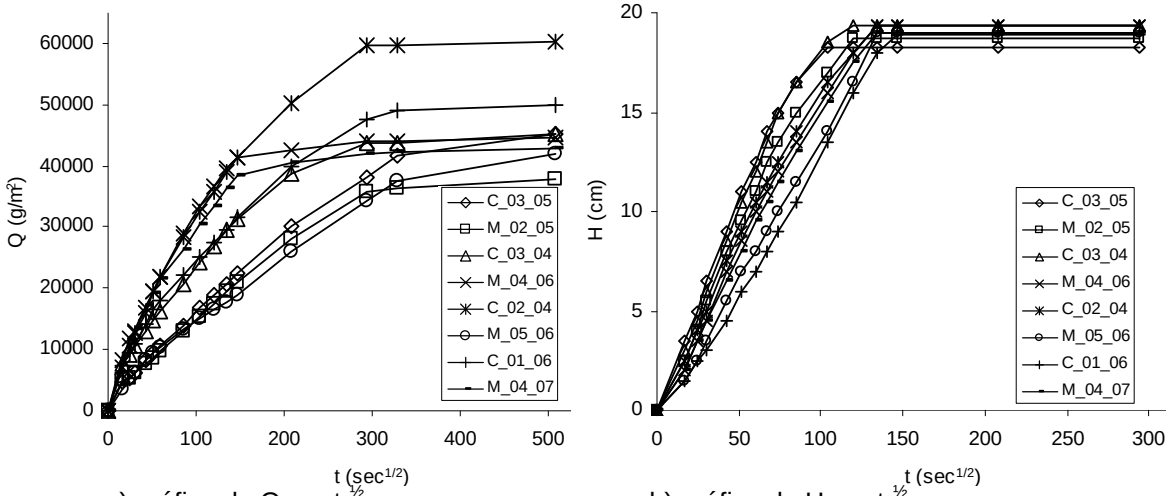
Fig.5 - Curvas de comportamento dos provetes “secos” e saturados do muro M_04 ensaiados à compressão simples: tensão vs. deformação (Créditos: Gráfico dos autores).

Neste sentido, da análise dos resultados realizada, resulta importante diferenciar adobes com valores de tensão de rotura “seca” elevados e reduzidos, sabendo que, em geral, estes se diferenciam, do ponto de vista das suas propriedades físico-mecânicas, pelo conteúdo de cal adicionado aos mesmos no processo de estabilização, durante o seu fabrico. Deste modo, aparentemente comprova-se um resultado evidente, com a adição de cal no processo de estabilização não só se

consegue uma melhoria significativa do comportamento mecânico do adobe, como também uma importante melhoria do seu comportamento face à acção da água.

Finalmente, no tocante aos ensaios de caracterização mecânica, importa destacar os significativos resultados obtidos para a resistência à compressão da argamassa de reboco da casa C_01, com um valor médio de resistência de 2,8 MPa. Estes parecem corroborar o anteriormente exposto relativamente à influência do teor de cal no comportamento mecânico do adobe. Com efeito, a explicação para a obtenção de uma resistência superior à obtida para os blocos de adobe parece residir na forma como era realizada a argamassa, na qual a percentagem de cal empregue no seu fabrico era normalmente superior à utilizada na produção dos blocos de adobe, o que lhe confere uma maior resistência mecânica. Ainda assim, e para poder aferir adequadamente este aparente comportamento diferenciado dos adobes ”secos” e saturados em função do seu conteúdo de cal, que se depreende dos resultados obtidos, estima-se oportuno que a presente campanha de ensaios se amplie a um maior número de amostras, de forma a poder diferenciar de forma notória os adobes em função do seu conteúdo de cal, identificando este teor em cada amostra.

Em relação aos ensaios de absorção de água realizados, cabe destacar que estes puseram em evidência não só a já conhecida elevada porosidade aparente do adobe mas também o carácter altamente permeável do mesmo. De facto, é fundamentalmente devido ao efeito conjugado destas especificidades constitutivas do adobe, que o configuram como um material formado por um sistema poroso de elevada conectividade entre poros que facilita o fluxo de água capilar. Assim se justificam os elevados valores dos coeficientes de absorção e penetração capilar obtidos nos ensaios realizados (Fig.7), com valores médios, respectivamente, de 172,2 [$g/m^2.s^{1/2}$] e 0,158 [$cm/s^{1/2}$].



a) gráfico de Q_i vs. $t_i^{½}$ b) gráfico de H_i vs. $t_i^{½}$

Fig.6 - Curvas obtidas nos ensaios de absorção capilar (Créditos: Gráficos dos autores).

Dos resultados de absorção capilar obtidos, assinale-se igualmente que, em relação à altura de penetração capilar (H) alcançada, atendendo ao carácter típico altamente absorvente evidenciado pelo material, em todos os provetes foi atingida a altura máxima dos mesmos. Da observação deste fenómeno em construções da região, em geral a altura capilar máxima alcançada nas alvenarias costuma ser da ordem de 50 cm. Refira-se, aliás, o curto período de tempo em que esta se produziu, não mais de 5 horas em todos os provetes.

Finalmente, ainda na Fig.7 figuram os resultados obtidos para os mesmos provetes referentes à capacidade total de absorção de água destes, expressos em percentagem de peso "seco", sendo o seu respectivo valor médio de cerca de 15%. De referir que, com base neste resultado, e apesar da já referida inclusão de cal no fabrico dos blocos de adobe, e de acordo com as referências normativas consultadas para o mesmo, estes deverão definir-se como não estabilizados por superarem a cota máxima admissível de 2,5% de absorção, após imersão em água durante 7 dias. Assinale-se, no entanto, que para limitações de absorção após estabilização não tão estritas, como no caso já referido para os BTCs estabilizados, estes resultados encontrar-se-iam dentro dos limites preconizados para os BTCs.

Provete	**Coeficiente de absorção** [$g/m^2.s^{1/2}$]	**Coeficiente de penetração capilar** [$cm/s^{1/2}$]	**Absorção total (7 dias de imersão)** [%]
C_03_05	132,3	0,167	15,8
M_02_05	131,1	0,165	14,6
C_03_04	180,6	0,189	14,6
M_04_06	241,4	0,153	14,3
C_02_04	234,0	0,153	16,2
M_05_06	100,2	0,141	13,5
C_01_06	157,7	0,141	15,5
M_04_07	200,7	0,153	14,4
Média	172,2	0,158	14,9

Fig.7 - Síntese dos resultados dos ensaios de absorção (Créditos: Tabela dos autores).

5. CONCLUSÕES

Neste artigo são descritos e discutidos os resultados referentes a um conjunto de ensaios levados a cabo, tendo como principal motivação estudar a influência da presença de água capilar nas propriedades mecânicas do adobe da região de Aveiro.

A importância relativa dos resultados obtidos nos ensaios físico-mecânicos realizados é, no seu conjunto, função da informação que fornecem para o conhecimento do comportamento do adobe em serviço e das respostas que proporcionam face aos principais fenómenos que condicionam a sua utilização, alguns deles, como no caso do fenómeno em estudo, imprescindíveis na avaliação da aptidão do seu uso face à sua ocorrência. Assim, dos resultados obtidos na investigação desenvolvida, destacam-se as seguintes conclusões que se consideram concorrerem a este objectivo:

- Os resultados obtidos nos ensaios de compressão simples realizados mostram, para os dois estados de humidade em estudo ("seco" e saturado), valores significativos de resistência à compressão das amostras ensaiadas de entre 0,5 e 2,0 MPa, sendo que invariavelmente se obtêm resultados de resistência à compressão comparativamente superiores nos provetes "secos". De salientar a grande disparidade de valores de resistência à compressão obtidos entre amostras, os quais traduzem a grande a variabilidade tipológica de adobes existentes na região.
- A análise diferenciada dos resultados obtidos, segundo a proveniência dos blocos, em termos de resistência à compressão "seca" vs. saturada, mostra uma tendência clara para maiores diferenças entre estas resistências para adobes com valores de tensão de rotura "seca" mais reduzidos (por exemplo M_04), da ordem de 50%. Enquanto que amostras com maior resistência à compressão "seca" (por exemplo C_01 e M_05), apresentam reduções médias de resistência à compressão devido à saturação dos provetes entre 5% a 10 %.

- Os resultados obtidos nos ensaios de absorção capilar realizados mostram valores significativos dos coeficientes de absorção e penetração capilar, com valores médios, respectivamente, de 172,2 [$g/m^2.s^{1/2}$] e 0,158 [$cm/s^{1/2}$]. Estes põem em evidência a elevada porosidade e permeabilidade do adobe, configurando-o como um material formado por um sistema poroso de elevada conectividade entre poros que permite um fluxo fácil da água capilar.
- Da análise da capacidade total de absorção de água do adobe em estudo obteve-se um valor médio de cerca de 15% do seu peso "seco". Assinale-se que, com base neste resultado, e de acordo com as referências normativas consultadas, estes adobes deverão definir-se como não estabilizados, por superarem o limite admissível de estabilização preconizado para o mesmo de 2,5%.
- Os resultados alcançados no presente estudo permitem ainda extrair algumas indicações práticas sobre formas indirectas de caracterização do comportamento físico-mecânico do adobe, as quais concorrem de forma expedita para o conhecimento desta alvenaria. Assim, destaca-se como característica que favorece a resistência mecânica do adobe e o seu comportamento face à presença de água, a quantidade de cal utilizada no seu fabrico, cujo estudo mais detalhado se constitui como um instrumento fundamental de caracterização indirecta das propriedades do mesmo.

Bibliografia

Oliveira, E.V.; Galhano, F. (1992). Arquitectura Tradicional Portuguesa. *Portugal de perto*. Lisboa: Publicações D. Quixote.

Arango-González, J.R. (1999). Uniaxial deformation-stress behaviour of the rammed-earth of the Alcazaba Cadima. *Materials and Structures*. Universidad de Granada, Espanha.

Jiménez-Delgado, C. (2006). Tesis doctoral. *Caracterización de la construcción con tierra: ensayos y normativa*. Universidad Politécnica de Madrid, Espanha.

RILEM CPC4 (1994). *RILEM Technical Recommendations for the Testing and Use of Construction Materials*. London: E&FN Spon.

CEN, prEN 15801 (2008). *Conservation of cultural property - Test methods - Determination of absorption by capillarity*.

Faria, P. (2009). Materiais porosos inorgânicos no património arquitectónico - Avaliação da absorção capilar. *PATORREB 2009: 3.º Encontro sobre patologia e reabilitação de edifícios*. Porto: 18 a 20 de Março.

NMAC 14.7.4 (2003). *New Mexico Earthen Building Materials Code*. Santa Fé, NM: Construction Industries Division of the Regulation and Licensing Department.

ARS 674:1996 (1996). African Regional Standard. *Compressed Earth Blocks: Technical specifications for ordinary compressed earth blocks*. Nairobi, Kenya: ARSO.

NBR 8492 MB1960 (1984). *Tijolo maciço de solo-cimento: Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água*. Rio de Janeiro: ABNT.

Ottazzi, P.G.; Martins, N.C.; Vargas, N.J.; Ribas, H.J.; San-Bartolomé, R.A.; Silva, S. (1995). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento. *Red temática XIV.A: HABITERRA Sistematización del uso de la tierra en viviendas de interés social*.

Curriculum

Tiago Martins, Engenheiro Civil (UA, 2005), Mestre em Restauración Arquitectónica pela Escuela Técnica Superior de Arquitectura da Universidad Politécnica de Madrid (UPM, 2006) e aluno do Doutoramento de “Edificación” na Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos da UPM.

Humberto Varum, Engenheiro Civil, Ph.D, Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

Aníbal Costa, Engenheiro Civil, Ph.D, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DE UNIDADES DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS

Glacir Teresinha Fricke[1], Rosana Soares Bertocco Parisi[2], Esther Aparecida Cervini[3], Jane Tassinari Fantinelli[4], Ricardo Victor Rodrigues Barbosa[5], Gabriel Castañeda Nolasco[6], Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha[7], Maycon Douglas Costa[8], Renata Duarte Garcia[9]

[1,2,3,6,7,8]PUCMinas-Poços de Caldas, GEAHAS- Grupo de Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Poços de Caldas, Minas Gerais, Universidade São Francisco, CEUr, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Itatiba, Brasil. Tel: (0055) 21 35 37299214, Fax: (0055) 21 35 37299201

E-mails: glacir@pucpcaldas.br[1]; drparisi@uol.com.br[2], esthercervini@uol.com.br[3]; jane@fem.unicamp.br[4]; ricardovictor@bol.com.br[5]; gnolasco2@yahoo.com.mx[6]; bibilance@yahoo.com.br[7]; mdcanjino@hotmail.com[8], rezinhaduarte@yahoo.com.br[9]

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento.
Palavras-chave: Habitação de Interesse social, conforto térmico, tecnologias alternativas.

RESUMO

Conforme vem preconizando a Organização Mundial de Saúde para que as moradias possam ser consideradas saudáveis, estas necessitam de conforto térmico, lumínico e acústico para a adequada utilização por seus moradores. Baseando-se nesta premissa, o presente trabalho apresenta a análise térmica parcial realizada num curto período de tempo frente à ação do calor e do frio para quatro unidades de habitações de interesse social construídas com bloco de terra comprimida (BTC), fosfogesso, concreto polimérico e bloco de concreto. A análise do desempenho térmico das habitações, neste trabalho com resultados parciais, vem sendo realizada a fim de que possam ser estabelecidos parâmetros que contribuam para a elaboração de outros projetos de habitações de interesse social, possibilitando uma condição saudável de seus moradores. A identificação da zona bioclimática dessas unidades habitacionais foram baseadas no Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Aspectos como a presença e ausência de forros, tamanho das aberturas e exposição de cada uma das unidades em relação à incidência do sol, bem como dos materiais empregados nas alvenarias são mostrados nos projetos de cada uma das unidades de habitação objeto deste trabalho e deverão ser analisados, ao final da pesquisa, com base nas estratégias necessárias para o melhor desempenho térmico da habitação.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a moradia é uma necessidade de qualquer indivíduo. No Brasil, o direito a habitação é garantido através da Constituição Federal e deve atender a uma série de anseios dos seus ocupantes. É imperioso, portanto, que a construção destinada à habitação reúna as qualidades minimamente necessárias para que sejam atendidas as condições básicas de segurança, saúde, higiene e bem-estar das famílias, conforme preconiza na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em seu Comitê Brasileiro de Construção Civil e mais especificamente no subgrupo que trata do desempenho de edificações - desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Na última década do século XX a falta de habitação de interesse social tornou-se uma preocupação de âmbito mundial, pois o fenômeno da mudança de paradigma, de provisão convencional, pública ou privada, para alternativas com diferentes níveis de participação das instâncias públicas, privadas e populares nos processos de apropriação da moradia é um fato, tanto nos países centrais, de urbanização mais consolidada, quanto nos demais, com urbanização não planejada (Gelpi, Kalil, Mascaró, 2003, p.2). Houve, no mesmo período, empenho na redefinição de (em se redefinir) uma política habitacional para a população de baixa renda, com diversas pesquisas tratando da avaliação de sistemas construtivos para a habitação

de interesse social no Brasil. De fato, em diversas publicações e congressos nesta área, a avaliação de programas de habitação de baixo custo, além das considerações técnicas e construtivas, vêm incluindo outros aspectos referentes à melhoria dos padrões de qualidade. Porém, percebeu-se que fatores sociais e culturais também devem ser considerados (Krüger & Lamberts, 1998, p. 9) além daqueles relacionados à melhoria das condições de conforto térmico no ambiente construído, entre os diversos autores que vêm demonstrando preocupações com o tema.

Considerando-se que atualmente no Brasil há um déficit habitacional de aproximadamente 8 milhões de domicílios, deve ser apontado que cerca de 14 milhões de brasileiros também vivem em habitações impróprias. As pesquisas realizadas pela Pontifícia Universidade Católica (PUC-Minas Poços de Caldas), com o intuito de obter o diagnóstico das condições de habitabilidade das moradias em bairros carentes de Poços de Caldas, no Estado de Minas Gerais (MG), a saber, o Projeto PATHIS (Fricke, Abrahão, 2003, p.149) e o Projeto Moradia Cidadã; pela Universidade São Francisco no município de Itatiba, no Estado de São Paulo (SP), a saber, o Projeto Casa (Fricke, 2006, p. 44 e 48) e, no município de Amparo (SP), a saber, o Projeto Habitamparo, apresentaram-se bastante heterogêneas. Porém os resultados mostraram a visível precariedade de parte significativa das habitações de interesse social nos mencionados municípios.

Utilizando-se de protótipos e unidades construídas nos campus da PUC-Minas de Poços de Caldas (MG); no campus Itatiba (SP) da Universidade São Francisco; e no Projeto PEVI, implantado no município de São José do Rio Pardo (SP), o objetivo geral deste trabalho é o de avaliar o desempenho térmico dessas unidades habitacionais (de interesse social) construídas parcialmente com o emprego de materiais alternativos nas vedações e coberturas.

2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES HABITACIONAIS

2.1 Habitação com o emprego de concreto polimérico, implantada no *campus* da Universidade São Francisco em Itatiba, SP (altitude 750 m, latitude 23º00’ SUL, longitude 46°50’ OESTE)

Este protótipo foi executado com um sistema construtivo constituído por formas plásticas, suporte para a colocação do concreto polimérico. Possui laje e a cobertura em telhas cerâmicas. Conta com dois dormitórios, sala, cozinha e um banheiro, totalizando a área de 51 m². A fundação empregada foi do tipo radier com espessura de 10 cm. A estrutura para a cobertura foi realizada em madeira. Trata-se de um sistema simples, em forma de trama, constituído pelo quadriculado composto por terças, caibros e ripas e com inclinação em três águas independentes. O comprimento do beiral é de 0,60 m.

Nas esquadrias foi empregado o aço como material predominante. A janela dos dormitórios é do tipo veneziana, com duas folhas externas, uma fixa e uma móvel, e dois caixilhos de correr internos, com vidros, um fixo e um móvel. Na cozinha e no banheiro a esquadria é do tipo basculante simples, com vidros. Na sala a esquadria é do tipo de correr com quatro folhas, duas móveis e duas fixas, com o emprego de vidro fosco. As portas externas foram executadas em ferro e, são do tipo de abrir, inteiramente metálicas. Os revestimentos internos receberam pintura em PVA, aplicada diretamente nas alvenarias, na cor branca. Na laje do teto foi aplicado chapisco e, sobre ele, pintura em PVA. Externamente a pintura em PVA também foi aplicada diretamente sobre o concreto, mas na cor verde claro. Tal protótipo pode ser observado na figura 1, ao lado dos demais que são objeto das análises da pesquisa (Francisco, 2005, p. 37; Toledo, 2008, p. 33 e 35).

2.2 Habitação com o emprego de bloco sical, implantada no *campus* da Universidade São Francisco em Itatiba, SP (altitude 750 m, latitude 23º00’ SUL, longitude 46°50’ OESTE)

Esta unidade, também implantada no *campus* da Universidade São Francisco (SP), foi construída em estrutura metálica com o emprego, nas vedações, de blocos sílico-calcáreos (Sical). A cobertura foi executada com o emprego de telhas cerâmicas, de cor avermelhada, com inclinação de 30%. Não possui laje de concreto, apenas um forro de PVC. Nas fundações foi empregado o sistema do tipo radier. A estrutura de madeira da cobertura foi executada de forma simples e possui uma composição volumétrica em duas águas independentes. O comprimento do beiral é de 0,60 m. Possui um dormitório, um banheiro e sala/cozinha, totalizando 38 m² de área construída (figura 1) com os demais protótipos.

O revestimento externo das paredes consiste na aplicação de uma camada de revestimento rústico do tipo chapisco. Nas faces internas dessas paredes foi aplicada uma demão de massa grossa sobre o chapisco, com pintura a base de PVA na cor branca, enquanto que as faces das paredes externas possuem pintura a base de PVA na cor verde clara, aplicada diretamente sobre o mencionado chapisco.

Nas esquadrias foi empregado aço como material predominante. A janela do quarto é do tipo veneziana com duas folhas, uma fixa e uma móvel, e dois caixilhos de correr internos, com vidros, um fixo e um móvel. No banheiro a esquadria é do tipo basculante simples, com vidros lisos. Na sala a esquadria é do tipo de correr com quatro folhas, duas móveis e duas fixas. As portas externas foram executadas em ferro e, são do tipo de abrir, inteiramente metálicas (Francisco, 2005, p. 37; Toledo, 2008, p. 33 e 35).

2.3. Habitação executada com o emprego de fosfogesso, implantada no *campus* da PUC-Minas em Poços de Caldas, MG (altitude 1260 m, latitude 21º47’ SUL, longitude 46°36’ OESTE)

A unidade está implantada no *campus* da PUC-Minas, em Poços de Caldas, com área total de 46,30 m^2 (figura 1), com os demais protótipos. É composta de apenas dois cômodos independentes, sem ligações entre si e duas varandas abertas e cobertas. Foi executada com o emprego de estrutura metálica (colunas, vigas e estrutura de telhado). As aberturas constituem-se de uma esquadria de 1 m de largura (do tipo ferro e vidro) com veneziana de quatro folhas, duas das quais abrem para fora. As duas portas foram executadas com perfis metálicos contendo uma folha de caixilho com vidro. Nas paredes de vedação houve o emprego de blocos de fosfogesso. Este é um produto de origem química, já que provém de resíduos da fabricação de fertilizantes, que são denominados fosfogesso.

Neste protótipo de pesquisa, os blocos de fosfogesso foram fabricados com resíduo do material depositado em aterros controlados. Tais blocos, depois de prensados, foram encapsulados. No que diz respeito ao revestimento interno das paredes ocorreu a aplicação de argamassa de gesso de cor branca. Externamente houve a aplicação de textura na cor amarelo claro diretamente sobre os blocos de fosfogesso. No protótipo ocorreu o emprego de forro interno de gesso. A particularidade é que existe um colchão de ar entre o forro e a cobertura da unidade. Quanto aos pisos, externamente foi empregado concreto desempenado e sarrafeado, e internamente foi empregado cimento queimado. A fundação empregada foi do tipo radier. A cobertura é composta por telhado em duas águas, telhas metálicas galvanizadas, do tipo trapezoidal, com inclinação equivalente a 30%. O beiral tem 0,60 m.

2.4. Habitação executada com o emprego de BTC, implantada no sítio do Projeto Esperança e Vida em São José do Rio Pardo, SP (altitude 705 m, latitude 21º35' SUL, longitude 46°53' OESTE)

Esta unidade é constituída por três dormitórios, um banheiro, sala/cozinha, além de varanda de serviços totalizando 91 m² de área construída. Foi edificada em sistema de alvenaria armada, com sapatas corridas de concreto em sua fundação e nivelamento da base com o emprego de tijolos queimados impermeabilizados. A unidade possui lajes em uma composição volumétrica de duas águas. O comprimento do beiral é de 0,80 m. Em seu sistema de vedação foi empregado adobe e BTC.

Na pintura foi empregada tinta confeccionada com terra, água, cola branca, o que resultou em uma coloração em tons avermelhados. Foram empregados tons mais escuros para a pintura exterior e mais claros para o interior da residência. As aberturas dos três dormitórios são de madeira do tipo guilhotina, das quais duas folhas com caixilho de vidro e duas folhas, externas, do tipo veneziana de abrir. No banheiro a esquadria é do tipo basculante simples, assim como na sala/cozinha encontram-se dois vitrôs de uma folha, dois vitrôs do tipo maxim-ar e uma porta para a lavanderia, todos executados com o emprego de ferro e vidro. Ainda há na parte frontal desta sala-cozinha duas janelas do tipo veneziana, de madeira, com duas folhas externas de abrir. A porta frontal também é de madeira.

A característica comum a todas as aberturas é que são provenientes de demolições de outras construções. Na cobertura ocorreu o emprego de dois tipos de laje de forro inclinadas: a laje cerâmica em um dormitório e a laje de EPS (poliestireno expandido) nos demais cômodos e a inclinação das mesmas é equivalente a 25%. Na cobertura foi empregada manta vinílica e teto verde vivo (figura 1).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de estudar as quatro unidades habitacionais, localizadas em cidades diferentes, foi realizada durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa, medições *"in loco*" com os aparelhos termohigrômetro e termômetro com anemômetro (fabricação Texto) dos laboratórios de conforto ambiental e conservação de energia das Universidades envolvidas.

Foi criada uma planilha para registrar os dados de temperatura e umidade nos ambientes externos e internos das edificações. Foram estudadas as tipologias habitacionais de forma que a medição realizada em cada uma das moradias tivesse um cômodo com a mesma orientação em relação ao Norte.

Na mesma planilha, no campo para observações foram anotadas as condições do dia (ensolarado, chuvoso), horário da medição e outros detalhes que pudessem indicar alterações nos resultados.

Essas medições foram realizadas em dois horários diferentes, 13:00h e 17:00h. Os dados obtidos foram registrados em tabelas e gráficos, esses últimos apresentados no item "Resultados Obtidos", para o horário das 13:00 horas.



Figura 1 – Projetos das Unidades Habitacionais de Interesse Social. (Crédito: os autores)

4. O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

O Brasil foi dividido em 8 zonas bioclimáticas, segundo a norma NBR 15220-3 Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Para a formulação das diretrizes construtivas – para cada Zona Bioclimática Brasileira – e para o estabelecimento das estratégias de condicionamento térmico passivo foram considerados os seguintes parâmetros e condições de contorno: tamanho das aberturas para ventilação; proteção das aberturas; vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura); e estratégias de condicionamento térmico passivo.

A habitação analisada em Poços de Caldas pertence à Zona 1 e deve atender as estratégias ABCF apresentadas na tabela 1; as duas habitações de Itatiba pertencem à Zona 3 e devem atender as estratégias BCDFI e, a habitação localizada em São José do Rio Pardo, pertencente à Zona 4, deve atender as estratégias BCFI.

Tabela 1 – Estratégias e detalhamentos para condicionamento passivo (NBR 15220-3)

Estratégia	Detalhamento
A	Para melhorar as sensações térmicas com relação às condições de desempenho térmico da edificação durante o período de mais frio do ano será necessário o uso de roupas pesadas, tanto pessoais quanto cama. O uso de aquecimento artificial também poderá amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio
B	A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos

	ambientes através do aproveitamento da radiação solar
C	A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido
D	Caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades)
E	Caracteriza a zona de conforto térmico
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes
H e I	Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite quando as temperaturas externas diminuem

O zoneamento bioclimático brasileiro fornece os dados para a avaliação do desempenho térmico dos materiais usados nas habitações, ao final desta pesquisa.

5. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

Os resultados mostrados nas figuras 2, 3, 4 e 5 foram registrados num período compreendido entre 25 de maio de 2009 e 6 de junho de 2009, esta data última contemplando o solstício de inverno. A habitação de BTC, em São José do Rio Pardo, tem registro de temperatura (31ºC) na área interna superior à área externa (26ºC) no dia 03/06/2009. Na habitação de fosfogesso, localizada em Poços de Caldas, foi registrada temperatura (33ºC) na área externa superior à temperatura interna (25ºC) no dia 05/06/2009. Na habitação de blocos sical, localizada em Itatiba, teve o registro máximo da temperatura interna (27ºC) nos dias 28/05/2009 e 05/06/2009 e a máxima temperatura externa (26ºC) no dia 28/05/2009. E, por fim na habitação de concreto polimérico, localizado também em Itatiba, obteve o registro máximo da temperatura externa (27ºC) e o máximo da temperatura interna (26ºC) nos dias 28/05/2009 e 05/06/2009.

Uma habitação construída e mantida com consumo energético mínimo não significa comprometer o conforto dos usuários. A incorporação de soluções tecnológicas eficientes e adequadas para a redução do consumo de energia significa planejar o projeto de cada uma das unidades com uma visão estratégica, tanto do ponto de vista econômico quanto social e ambiental. A análise conjunta dos fatores de eficiência energética e dos fatores econômicos passa a determinar quais os parâmetros desejáveis e compatíveis para uma determinada realidade social (Fantinelli, 2006).

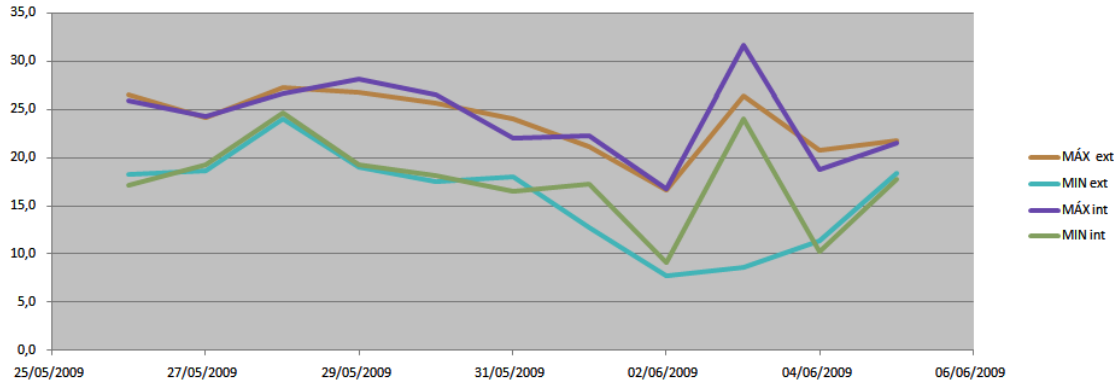


Figura 2 – Avaliação térmica do protótipo de BTC, São José do Rio Pardo-SP, 13:00 horas (GEAHS, 2009)

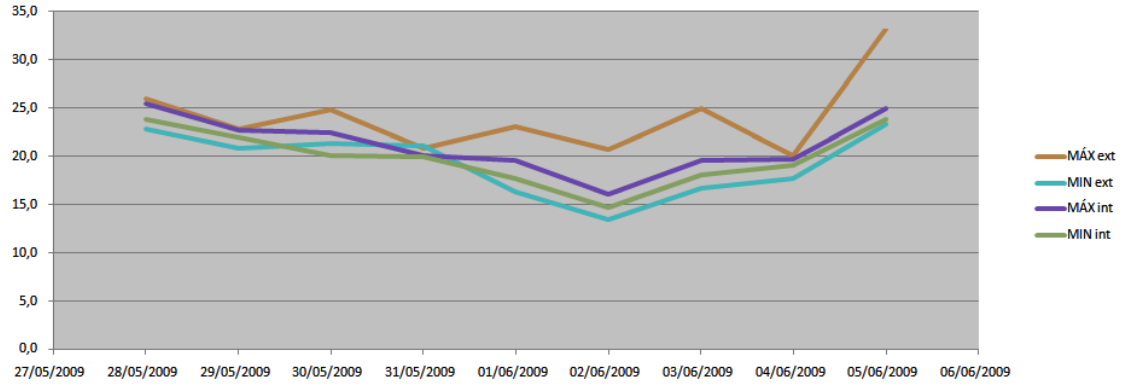


Figura 3 – Avaliação térmica do protótipo de fosfogesso, Poços de Caldas-MG, 13:00 horas (GEAHS, 2009)

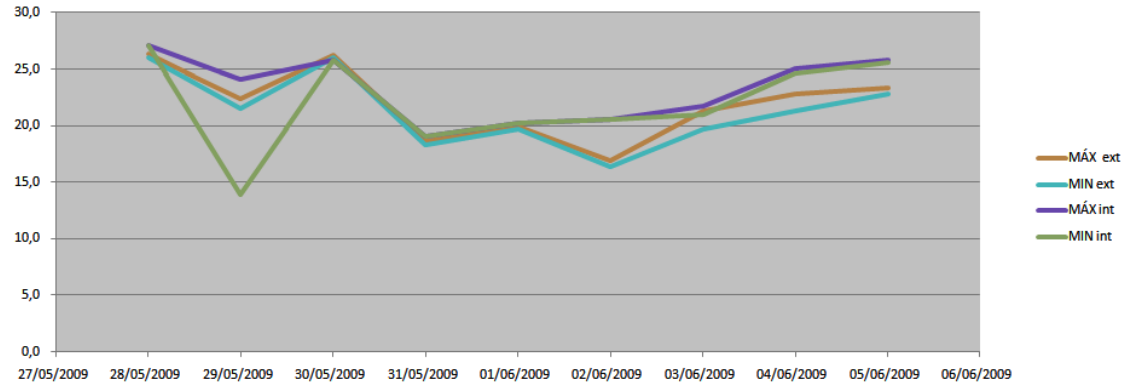


Figura 4 – Avaliação térmica do protótipo de bloco Sical, Itatiba-SP, 13:00 horas (GEAHS, 2009)

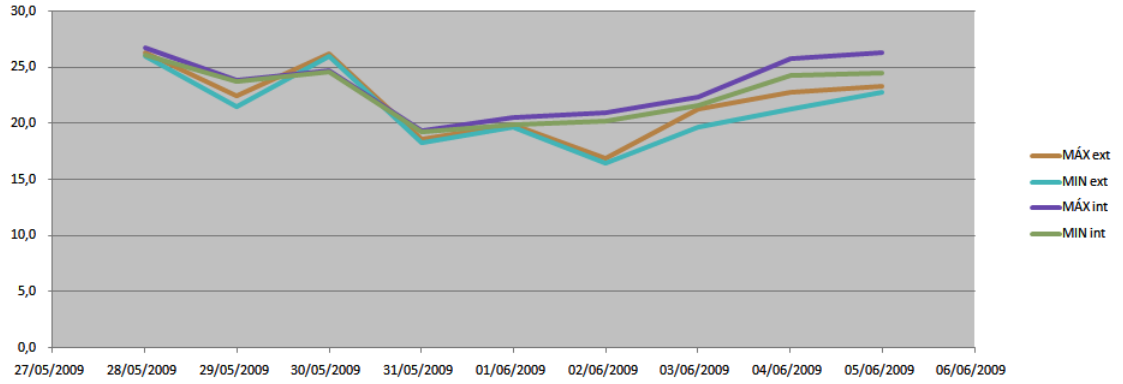


Figura 5 – Avaliação térmica do protótipo de bloco de concreto polimérico, Itatiba-SP, 13:00 horas (GEAHS, 2009)

A crise energética ocorrida no país recentemente demonstra a necessidade do aprofundamento em pesquisas voltadas para o desenvolvimento de edificações energeticamente eficientes que são contempladas nas definições de projeto bioclimático. Talvez por falta de conhecimento, o desenvolvimento de projetos que valorizam o conforto ambiental ainda é visto como inviável economicamente por grande parte dos empreendedores, resultando na continuidade da produção de edificações com alto consumo energético ou baixo desempenho térmico. Infelizmente, as habitações de interesse social no Brasil, que são planejadas apenas para cumprir metas sociais e políticas, são as que mais sofrem sob a influência dos diferentes

climas existente no país. (Leão, 2006, p. 8, 39 e 40). Tal atitude compromete a qualidade de vida dos moradores, o rendimento dos mesmos durante suas jornadas de trabalho já que sempre que voltam para suas moradias encontram locais destituídos de quaisquer qualidades ambientais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição das quatro unidades de habitação mostra que elas possuem áreas diversas e arranjos físicos também diversos. No entanto a pesquisa correlacionada torna-se importante para avaliar o conforto térmico de cada uma em períodos distintos, quer seja no solstício de inverno, equinócios e solstício de verão, a fim de se extraírem conclusões acerca do comportamento dos materiais e dos condicionantes térmicos de cada uma das edificações.

As medições realizadas, com apenas resultados parciais, não nos permite emitir uma avaliação do desempenho térmico dos materiais e sistemas construtivos adotados nas habitações. Será necessário um registro por um período maior, de tal forma que inclua os principais períodos mencionados anteriormente.

Nos resultados parciais, período entre 25/05/2009 e 06/06/2009, as medições registradas no interior das edificações de BTC e de fosfogesso, no horário das 13:00 horas, merecem uma análise especial, pois apresentaram o pior desempenho. Em ambos os casos, deve-se investigar o que ocorreu nestes dias na localidade onde estão instaladas as habitações. Sobre a habitação em BTC é importante salientar que as medições foram realizadas antes da colocação do teto verde e, portanto, os próximos dados poderão mostrar quanto esta cobertura poderá modificar o seu desempenho. Constatou-se que as duas edificações, uma em concreto polimérico e a outra em blocos sical apresentaram diferenças entre a temperatura interna e temperatura externa de apenas um grau.

Os maiores registros para a temperatura máxima estão concentrados nos dias 25/05/2009, 03/06/2009 e 05/06/2009, muito próximos do solstício de inverno, quando a tendência era se obter uma temperatura menor. É importante salientar que no Brasil no ano de 2009 ficaram evidentes as mudanças climáticas, com ocorrência de chuvas em períodos historicamente conhecidos como secos e o registro das temperaturas também alterado.

As unidades habitacionais encontram-se nas Zonas Bioclimáticas 1, 3 e 4, o detalhamento das estratégias para obter o condicionamento passivo B, C e F são coincidentes nas três zonas bioclimáticas. A estratégia B trata de recomendações sobre a implantação da edificação, correta orientação de superfícies envidraçadas, cor externa dos componentes, aproveitamento da radiação solar. A estratégia C trata da adoção de paredes internas pesadas para contribuir para manter o interior da edificação aquecido. A estratégia F mostra que as sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.

Na Zona 3, além das estratégias B, C e F, aparece ainda a estratégia D, que caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades), e a estratégia I recomenda que as temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite quando as temperaturas externas diminuem respectivamente.

Na Zona 1, conforme tabela 1, a estratégia A recomenda melhorar as sensações térmicas com relação às condições de desempenho térmico da edificação durante o período de mais frio do ano e o uso de aquecimento artificial para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio. Portanto, existem algumas situações em que é necessário o uso de condicionamento artificial, porém este deve ser usado somente quando o projeto ou as condições de temperatura, umidade e ventilação não possam ser obtidos naturalmente.

Ao final desta pesquisa, que ainda encontra-se em desenvolvimento, a análise do desempenho térmico das habitações de interesse social poderá fornecer algumas diretrizes para o uso de materiais e tecnologias construtivas, além de maior valorização do projeto de arquitetura para as moradias de baixa renda.

Bibliografia

Francisco, M. L. (2004). *Avaliação do desempenho térmico na habitação de interesse social de protótipos de concreto polimérico e estrutura metálica.* Relatório Final, bolsista de IC da FAPESP, p. 37.

Fricke, G. R. (coord.) (2006). *Projeto Casa – Assessoramento técnico para adequação de moradia de baixo custo*. Relatório Técnico, Finep, p. 44 e 48.

Fricke, G.T.; Abrahão, A M. (2003). Programa de assessoramento técnico para a habitação de interesse social – Pathis*. Congresso Brasileiro de Sociologia.* Campinas: Unicamp, 1-5 de setembro, p. 149.

Gelpi, A; Kalil, R. M. L.; Mascaró, J. (2003). *Habitação social: exigências de mercado formação acadêmica.* Rio Grande do Sul: Universidade de Passo Fundo, p. 7.

Krüger, E. L.; Lamberts, R. (2000). Avaliação de desempenho térmico de casas populares. *ENTAC 2000, VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. Salvador, p. 9.

Leão, M. (2006). *Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical: estudo de caso em Cuiabá-MT*. Dissertação mestrado, p. 8, 39 e 40.

Toledo, M. (2008) *Avaliação do desempenho térmico de unidade habitacional de interesse social.* Relatório Final, bolsista de IC da FAPESP, p. 33 e 35.

Currículo

Glacir Teresinha Fricke, Arquiteta e Urbanista (FAUNISINOS/1983), Mestre em Engenharia Civil (FEC UNICAMP/1992) e Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/1999).

Rosana Soares Bertocco Parisi, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1986), Mestre em Urbanismo Moderno e Contemporâneo (FAUPUCCAMP/2002), Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2008).

Esther Aparecida Cervini, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1989), Mestre em Artes Visuais UNESP/1990.

Jane Tassinari Fantinelli, Arquiteta e Urbanista (FAUNISINOS/1982), Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/2002), Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/2006).

Ricardo Victor Rodrigues Barbosa, Arquiteto e Urbanista (FAU-UFAL/2002), Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2005), Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP)

Gabriel Castañeda Nolasco Arquiteto pela Universidad Autònoma de Chiapas, México (1990), Mestre em Arquitetura pela Universidad Autònoma de Yucatán (1995) e Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2008).

Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e Bolsista de Projeto PROBIC (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Maycon Douglas Costa Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2007) e bolsista de Projeto FIP (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Renata Duarte Garcia Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2006) e Bolsista de Projeto FIP (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE EDIFICADO EM ADOBE NA CIDADE DE AVEIRO

Dora Silveira[1], Humberto Varum[1], Aníbal Costa[1], Emília Lima[2]
[1]Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Aveiro
Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO
Tel: (+351) 234 370049; E-mails: dora.silveira@ua.pt, hvarum@ua.pt, agc@ua.pt
[2]Camara Municipal de Aveiro
CCCongressos, Cais da Fonte Nova, Apartado 244, 3811-904 AVEIRO
Tel: (+351) 234 406300; E-mail: melima@cm-aveiro.pt

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT
Palavras-Chave: Construção de adobe, Aveiro, caracterização.

Resumo*:*
Até meados do século XX, o adobe foi um material de construção muito utilizado no distrito de Aveiro, em Portugal. Actualmente, nesta região, e em particular na cidade de Aveiro, permanecem ainda muitos exemplos de edifícios construídos em adobe, alguns de importante valor patrimonial e arquitectónico. No entanto, muitos destes edifícios têm sido votados ao abandono nas últimas décadas, especialmente pela escassez de conhecimento técnico para suporte à sua reabilitação e reforço. Reconhecendo-se esta necessidade de conhecimento, nos últimos anos começou a desenvolver-se trabalho de investigação nesse sentido.

Neste artigo apresenta-se um trabalho de levantamento desenvolvido com o objectivo de caracterizar a distribuição e as características principais da edificação em adobe existente na cidade de Aveiro. Descreve-se, de forma sucinta, a metodologia adoptada, bem como os resultados obtidos. O conhecimento adquirido permitirá uma posterior selecção de edifícios representativos, para uma caracterização detalhada dos sistemas construtivos e das patologias mais comuns.

1. INTRODUÇÃO

Durante largos anos o adobe foi um material de construção muito comum em grande parte do distrito de Aveiro. Por volta de meados do século XX o uso deste material foi sendo gradualmente substituído pelo uso de betão armado e tijolo cerâmico, até ter sido completamente extinguido. Actualmente, o adobe pode ainda ser encontrado com abundância em edifícios rurais e urbanos, alguns de notável valor patrimonial e arquitectónico, como os de estilo Arte Nova na cidade de Aveiro. Segundo estimativa de técnicos da Câmara Municipal de Aveiro, cerca de 25% dos edifícios existentes na cidade de Aveiro são de adobe, subindo esta percentagem para 40% no distrito inteiro. A reabilitação e o reforço destes edifícios têm, no entanto, sido negligenciados nas últimas décadas. Como resultado, uma parte significativa apresenta degradação estrutural e não estrutural importante. O processo de reabilitação e reforço apresenta dificuldades relevantes, essencialmente devido à escassez de conhecimento relativo às características e comportamento dos edifícios em adobe.

Com base no reconhecimento da importância da preservação desta herança cultural e arquitectónica, tem-se vindo a desenvolver trabalho para a caracterização dos edifícios em adobe existentes no distrito (Costa et al., 2007; Silveira et al., 2007; Varum et al., 2006; Varum et al., 2008). Em particular, tem-se desenvolvido na Universidade de Aveiro, em colaboração com a Câmara Municipal, um projecto visando caracterizar a distribuição e as características principais da edificação em adobe na cidade de Aveiro. Este conhecimento permitirá a escolha fundamentada de edifícios representativos, para uma posterior caracterização mais detalhada dos sistemas construtivos, bem como das patologias estruturais e não estruturais mais comuns.

Apresenta-se, de seguida, a metodologia e os primeiros resultados do trabalho de levantamento exaustivo realizado nas freguesias da Vera Cruz e da Glória, que constituem a cidade de Aveiro. A freguesia da Glória, apesar de se estender um pouco além dos limites da cidade, foi considerada na sua totalidade.

2. METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO

O objectivo do levantamento consistiu na identificação e registo dos edifícios em adobe existentes nas freguesias da Vera Cruz e da Glória, tendo sido realizado desde Junho a Setembro de 2009.

A metodologia adoptada passou pelo preenchimento de fichas como a apresentada na Figura 1, complementado com o registo fotográfico do edifício (fotografia da fachada principal e de eventuais pormenores importantes). O levantamento pretendeu-se expedito e, por isso, os registos basearam-se na observação rápida, mas atenta, de cada edifício, realizada a partir do exterior (rua de acesso). Para uma mais fácil abordagem, a zona de estudo foi dividida em várias subzonas, como a que se pode observar na ficha exemplo apresentada.

Os parâmetros registados no levantamento são:

(a) 'Nº' - Número identificativo atribuído ao edifício (código interno);

(b) 'Conservação' - Estado de conservação do edifício, avaliado com uma classificação de 0 a 5: 0 (ruína), 1 (mau), 2, 3 (razoável), 4 e 5 (bom);

(c) 'Nº de pisos' - Número de pisos do edifício (inclui, sempre que existam, a semi-cave e as águas-furtadas aproveitadas do edifício);

(d) 'Função actual' - Função actual do edifício;

(e) 'Implantação' - Implantação do edifício (que pode ser isolado, em banda meio, em banda extremo, ou em gaveto);

(f) 'Denominação' - Eventual denominação do edifício, sempre que indicada no seu exterior;

(g) 'Nº (Pol.)' - Número de polícia do edifício;

(h) 'Ano' - Ano de construção do edifício, sempre que indicado no seu exterior;

(i) 'Obs.' - Eventuais observações consideradas importantes, como por exemplo, relativas à ocupação do edifício;

(j) 'Fotos' - Referência numérica das fotografias tiradas ao edifício.

universidade de aveiro

LEVANTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES EM ADOBE DO DISTRITO DE AVEIRO

Nota: Cada edifício indentificado deve ser assinalado a cor, com indicação do respectivo nº (código interno).



Nº	Conservação	Nº de pisos	Fc. Actual	Implantação	Denominação	Nº (Pol.)	Ano	Obs.	Fotos

Fig. 1 - Exemplo de cabeçalho de ficha de levantamento (Créditos: Dora Silveira, 2009).

3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Após o levantamento geral, está actualmente a ser desenvolvida uma tarefa de investigação na qual se pretende confirmar a existência de adobe em alguns dos edifícios observados que, pelas suas características, suscitaram alguma dúvida no levantamento. Nesta primeira apresentação de resultados desconsiderou-se os edifícios com maior grau de dúvida associado, nomeadamente todas as capelas e igrejas. Depois de terminada a referida investigação, os dados do levantamento assumirão a sua forma final.

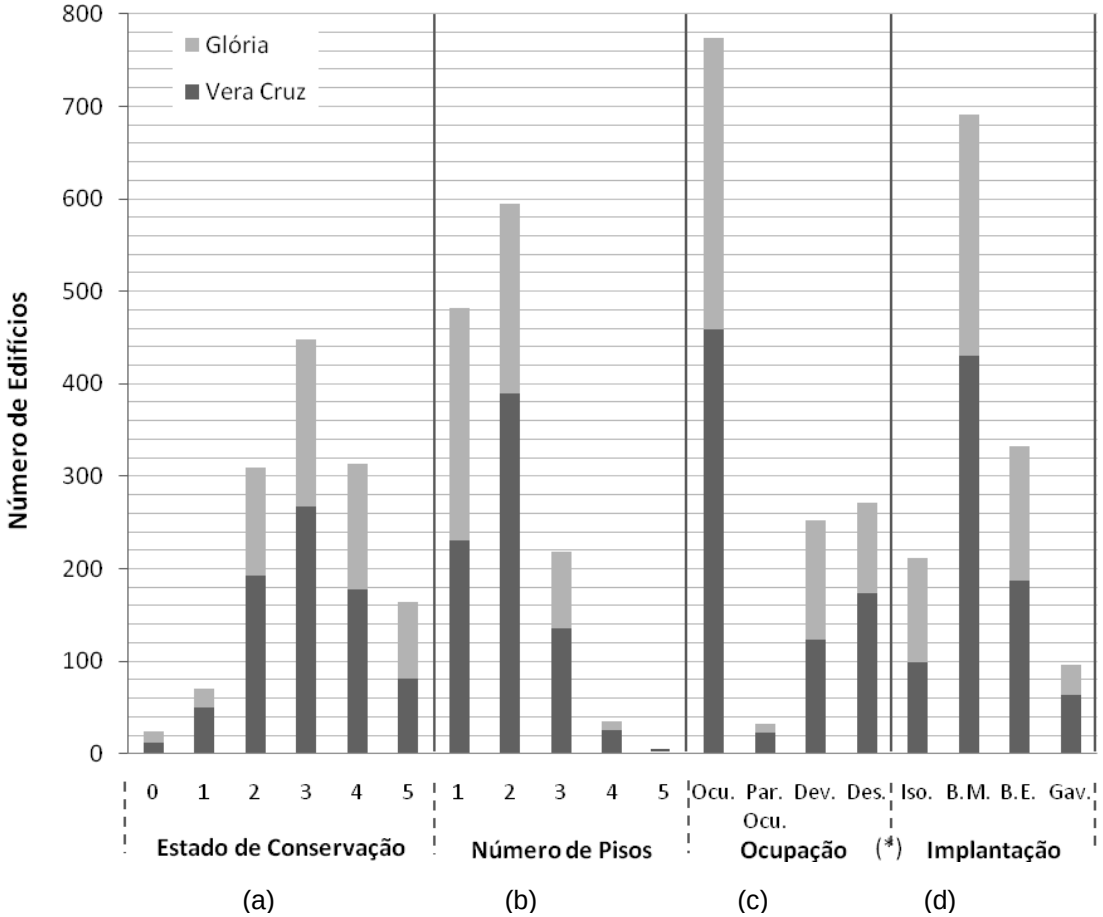
De seguida apresentam-se, sucintamente, os resultados principais obtidos. Com este trabalho pretende-se dar uma imagem global do edificado em adobe nas freguesias analisadas.

3.1 Informação geral

Foram registados 780 edifícios em adobe na freguesia da Vera Cruz e 550 na freguesia da Glória, perfazendo um total de 1330 edifícios. São edifícios, na sua maioria, construídos no final do século XIX e na primeira metade do século XX. Grande parte dos edifícios observados possui uma geometria simples, com planta rectangular e configuração regular em altura.

3.2 Parâmetros observados

Apresenta-se, na Figura 2, o número de edifícios observados por: (a) estado de conservação; (b) número de pisos; (c) ocupação; e (d) implantação.



(*) Ocu. - Ocupado; Par. Ocu. - Parcialmente Ocupado; Dev. - Devoluto; Des. - Ocupação Desconhecida; Iso. - Isolado; B.M. - Banda Meio; B.E. - Banda Extremo; Gav. - Gaveto.

Fig. 2 - Número de edifícios observados por: (a) estado de conservação; (b) número de pisos; (c) ocupação; e (d) implantação (Créditos: Dora Silveira, 2009).

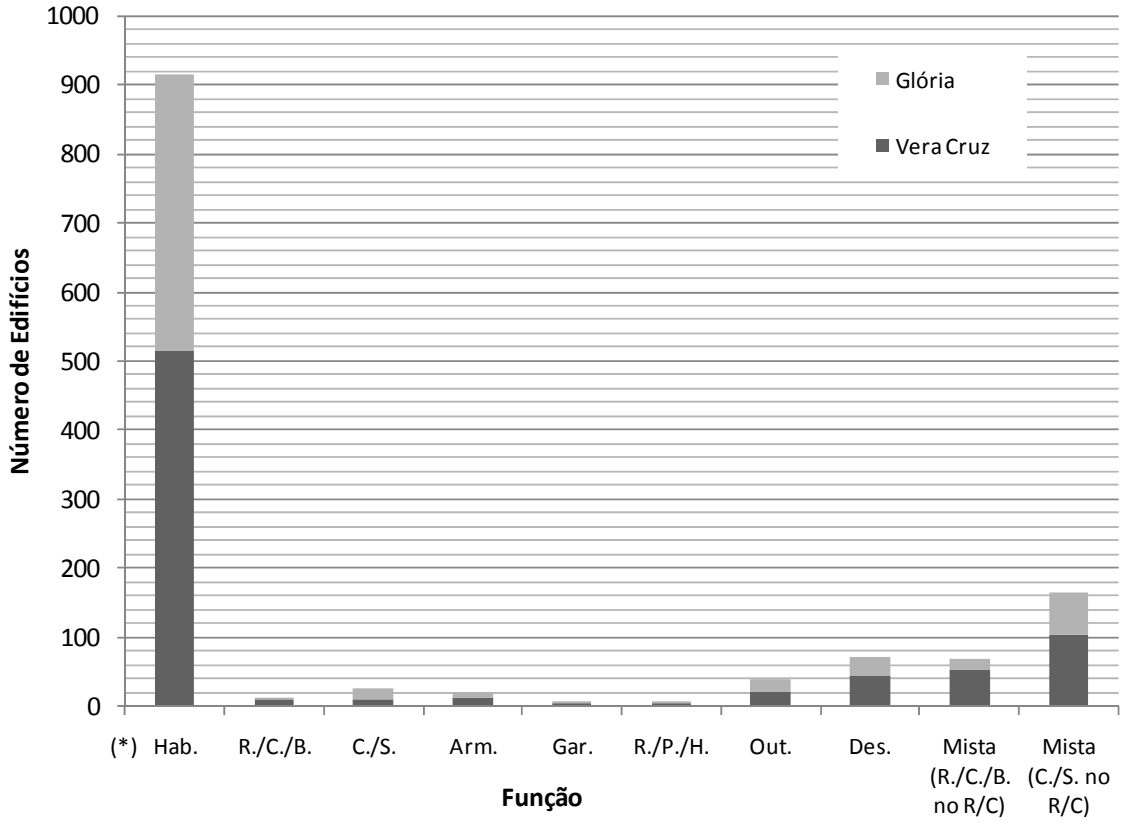
Para cada classe de conservação, verificam-se as seguintes percentagens globais de edifícios: 1,8% (classe 0); 5,3% (classe 1); 23,3% (classe 2); 33,7% (classe 3); 23,5% (classe 4); e 12,3% (classe 5). Portanto, cerca de 70% dos edifícios apresentam um estado de conservação avaliado como razoável (classe 3) ou melhor (classes 4 e 5).

Para cada nº de pisos, verificam-se as seguintes percentagens globais de edifícios: 36,2% (1 piso); 44,7% (2 pisos); 16,4% (3 pisos); 2,6% (4 pisos); e 0,1% (5 pisos). Portanto, a maior parte dos edifícios (cerca de 80%) são constituídos por 1 ou 2 pisos.

Para cada estado de ocupação, verificam-se as seguintes percentagens globais: 58,2% de edifícios ocupados; 2,4% de edifícios parcialmente ocupados; 18,9% de edifícios devolutos; e 20,5% de edifícios com ocupação desconhecida.

Para cada implantação, verificam-se as seguintes percentagens globais: 15,9% de edifícios isolados; 52,0% de edifícios em banda meio; 25,0% de edifícios em banda extremo; e 7,2% de edifícios em gaveto.

Apresenta-se, na Figura 3, o número de edifícios observados, por função.



(*) Hab. - Habitação; R./C./B. - Restaurante / Café / Bar; C./S. - Comércio / Serviços; Arm. - Armazém; Gar. - Garagem; R./P./H. - Residencial / Pensão / Hotel; Out. - Outra função; Des. - Função desconhecida

Fig. 3 - Número de edifícios observados por função (Créditos: Dora Silveira, 2009).

Verificam-se as seguintes percentagens globais para as funções mais comuns: 68,8% de habitações; 12,5% de edifícios com comércio ou serviços no rés-do-chão e outras funções nos restantes pisos (geralmente habitação); 5,1% de edifícios com restaurante, café ou bar no rés-do-chão e outras funções nos restantes pisos (geralmente habitação).

Apresenta-se na Figura 4, a título de exemplo, três edifícios representativos observados, com indicação dos principais parâmetros associados registados.



Freguesia: Glória

Nº de Pisos: 1 (Rés-do-Chão)

Função: Habitação

Estado de Conservação: 4

Ocupação: Ocupado

Implantação: Banda Meio

Freguesia: Vera Cruz

Nº de Pisos: 2 (Rés-do-Chão e Águas-Furtadas)

Função: Habitação

Estado de Conservação: 2

Ocupação: Desconhecida

Implantação: Banda Extremo





Freguesia: Vera Cruz

Nº de Pisos: 3 (Rés-do-Chão, 1º Piso e Águas-Furtadas)

Função: Café/Bar (Rés-do-Chão); Habitação (1º Piso e Águas-Furtadas)

Estado de Conservação: 3

Ocupação: Ocupado

Implantação: Banda Meio

Fig. 4 - Exemplos de edifícios de adobe observados (Créditos: Dora Silveira, 2009).

4. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Foi observado um número muito significativo de edifícios em adobe nas duas freguesias em estudo. O facto de se verificar que pelo menos cerca de 60% dos mesmos se encontram presentemente ocupados, funcionando na sua maioria como habitação, alerta para a necessidade de se desenvolver uma base de conhecimento que possa suportar futuras acções de reabilitação e reforço destes edifícios.

Verifica-se ainda que cerca de 70% dos edifícios apresentam um estado de conservação considerado ‘razoável’ ou melhor (classes 3, 4 e 5), e que apenas cerca de 7% apresentam um estado de conservação avaliado como ‘ruína’ ou ‘mau’ (classes 0 e 1). Estes valores sugerem que grande parte dos edifícios existentes, se adequadamente reabilitados e reforçados, poderão satisfazer exigências de segurança e conforto compatíveis com aquelas impostas às construções novas.

Os resultados apresentados confirmam a grande expressão do parque edificado em adobe nas freguesias da Vera Cruz e da Glória e, portanto, a necessidade dum esforço no sentido de se conhecer melhor as características e o comportamento destes edifícios. Como foi referido anteriormente, estes resultados servirão de base para a escolha fundamentada de edifícios representativos, para uma posterior caracterização mais detalhada, em termos de materiais, técnicas e estado de conservação.

Bibliografia

Costa, A.; Varum, H.; Pereira, H.; Rodrigues, H.; Vicente, R.; Arêde, A.; Costa, A.A. (2007). Avaliação experimental do comportamento fora do plano de paredes de alvenaria de adobe. *V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*, ISBN 978-989-20-0903-2, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 10 a 13 de Outubro de 2007.

Silveira, D.; Varum, H.; Costa, A. (2007). Rehabilitation of an important cultural and architectural heritage: the traditional adobe constructions in Aveiro district. *Sustainable Development 2007*, Editores: A. Kungolas, C.A. Brebbia, E. Beriatos – WITPress, pp. 705-714, ISBN 978-1-84564-103-0, Carvoeiro, Algarve, 25 a 27 de Abril de 2007.

Varum, H.; Costa, A.; Velosa, A.; Martins, T.; Pereira, H.; Almeida, J. (2006). Caracterização mecânica e patológica das construções em adobe no distrito de Aveiro como suporte em intervenções de reabilitação. *Projecto Culture 2000/Mediterrae - Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality*. ARGUMENTUM, pp. 41-45, ISBN 972-8479-41-7.

Varum, H.; Costa, A.; Pereira, H.; Almeida, J.; Rodrigues, H. (2008). Caracterização do comportamento estrutural de paredes de alvenaria de adobe. *Mecânica Experimental*, APAET, Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões, pp. 23-32, ISSN 1646-7078, Vol. 15.

Nota

Este artigo refere investigação realizada com o apoio de uma bolsa de doutoramento da "FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia", Portugal.

Curriculum

Dora Silveira: Licenciada em Engenharia Civil (UA, 2006). Doutoranda em Engenharia Civil (UA, desde 2007) e bolseira da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Humberto Varum: Engenheiro Civil. Doutorado em Engenharia Civil. Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Aníbal Costa: Engenheiro Civil. Doutorado em Engenharia Civil. Professor Catedrático na área da Conservação e Reabilitação no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Emília Lima: Arquitecta do Departamento de Obras Municipais e responsável pela Divisão de Arquitectura e Paisagismo da Câmara Municipal de Aveiro.

AVANÇOS E DESAFIOS DA REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA

Célia Neves
Rede Ibero-americana PROTERRA; Rede TerraBrasil;
Al. Praia de São Vicente, 40. Vilas do Atlântico. 42700-000 Lauro de Freitas, BA, Brasil
Tel: (55 71) 3379 3506; E-mail: cneves@superig.com.br

Luis Fernando Guerrero Baca
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Calz. Del Hueso 1100, Edif. 24 Piso 1. Col. Villa Quietud, C.P. 04960. México D.F.
Tel. (52) 54837232. E-mail: luisfg1960@yahoo.es coordinacionproterra@gmail.com

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento Tecnológico
Palavras-chave: rede, organização, transferência de tecnologia

Resumo
O artigo relata a trajetória da Rede Ibero-americana PROTERRA que iniciou em Outubro de 2001 com a criação do Projeto de Investigação temporal do Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED. Fala sobre os objetivos do projeto de investigação, seu campo de atuação, e destaca as atividades desenvolvidas no campo de capacitação e transferência de tecnologia. Em seguida, trata da criação da Rede Ibero-americana PROTERRA, criada como uma coletividade de cooperação técnica que promove a arquitetura e construção com terra em Ibero-américa, e a ampliação dos seus objetivos.

Após três anos do estabelecimento da Rede, relaciona as atividades originais que continuam a realizar-se e destaca a dinâmica gerada por novas e reais situações que motivam a reflexão dos desafios que despontam para o futuro.

Conclui com a avaliação das atividades que foram realizadas desde o estabelecimento de Rede em Fevereiro de 2006 e o delineamento do cenário para seu desenvolvimento na segunda década do milênio.

1. BREVE PANORAMA DA ARQUITETURA DE TERRA

A arquitetura e construção com terra tem sua longa trajetória em Ibero-américa. Durante toda a história, tanto na península ibérica quanto no continente americano, as diversas civilizações ancestrais basearam grande parte de seu desenvolvimento cultural no uso da terra (1) como o material construtivo básico. Em ambos os lados do Oceano Atlântico foram geradas respostas formais e funcionais para a criação dos espaços que permitiram o desenvolvimento de comunidades por meio do aproveitamento racional de um dos recursos mais abundantes da Natureza: a terra.

Algumas das técnicas desenvolvidas, em resposta às necessidades específicas das culturas locais ou por suas circunstâncias geográficas ou por suas tradições, caracterizam-se por suas notáveis singularidades. Não obstante, na maioria das vezes, em diferentes lugares entre os quais não existiu qualquer tipo de intercâmbio cultural, resultaram propostas técnicas de surpreendentes similaridades.

Neste sentido chama à atenção as semelhanças nas dimensões e nos detalhes construtivos observados nas casas feitas com terra compactada, *taipa de pilão*, em locais distantes como Chihuahua, em México, Trujillo, em Peru, e Paderne, em Portugal. Também é de surpreender a similaridade nas dimensões dos adobes fabricados em épocas muito remotas, os quais são praticamente encontrados em toda a Ibero-américa, nos seus mais distintos locais.

Com a colonização européia do continente americano, fundem-se as tradições de Europa e América com o que se depuram muitas técnicas construtivas e outras caem

no desuso, mas, o que é uma constante, é a permanência da cultura construtiva com terra como a base para o desenvolvimento social.



Fig. 1 – Construção em taipa de pilão em Paderne, Portugal. (Crédito: Luis F. Guerrero, 2005)

Com o correr dos séculos, não se observam mudanças notáveis na forma de construir: praticamente não se encontram diferenças substantivas entre um edifício tradicional construído no século XVI e outro dos princípios do século XIX. Permanecem as soluções que tinham provado sua eficiência e capacidade de adaptação aos diferentes locais, estendendo-se sua difusão em outros espaços urbanos e rurais.

Entretanto, esta tendência é alterada com a oferta dos materiais industrializados. Algumas comunidades ibero-americanas, mais rapidamente do que outras, vão sucumbindo ante o avassalador desenvolvimento da construção com novos produtos e técnicas e gradualmente substituem as culturas construtivas tradicionais, que, em alguns lugares, chegam até mesmo a desaparecer.

Esta alteração não implicou somente a perda do patrimônio produzido por uma sabedoria de longa trajetória, mas também a deterioração da qualidade de vida da sociedade e o impacto do ambiente que ainda não foi, de todo, devidamente avaliado.

Nos anos setenta do século XX e, de maneira mais intensa, na década dos oitenta, estimuladas pela crise dos energéticos, diferentes pessoas e instituições começaram a fazer investigações e outros trabalhos no sentido de resgatar técnicas construtivas e conhecimento acumulado no passado e desenvolver sistemas construtivos inovadores e coerentes, caracterizados pela simplicidade, eficácia e baixo custo.

Nesta corrente inserem-se as atividades do Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento - CYTED que, com recursos econômicos participativos de todos os países ibero-americanos, sustentou o desenvolvimento de projetos que priorizavam o intercâmbio das mais diversas investigações e à formação de redes temáticas tendentes à geração de propostas para a melhoria da qualidade de vida das comunidades de escassos recursos, por meio de soluções ecológicas e sustentáveis.

Ao final do século XX e início deste século, o uso da terra na construção de edificações retorna como um grande ator no cenário da sustentabilidade, agregando, além das investigações de materiais e técnicas construtivas que ocorriam no passado recente, outras ações dedicadas à produção do ambiente construído em harmonia com o ambiente natural. Assim, a Arquitetura e Construção com Terra ressurge com uma das tecnologias mais coerentes com o momento atual: sai de um estado de hibernação e se torna agente de modernidade, em resposta à sustentabilidade do

ambiente construído e aos anseios da sociedade em adotar tecnologias de baixo impacto ambiental.

Com o apoio do CYTED, ao princípio do século XXI, surge o Projeto de Investigação Proterra com o objetivo de gerar propostas arquitetônicas e construtivas para a produção de edificações de interesse social com o uso da terra como material de construção. O projeto desenvolve-se com diversas atividades para promover o uso da terra focalizado nos diferentes grupos da população, estendendo-se para alcançar a maioria dos países da região. Em 2006, transforma-se na independente Rede Ibero-americana PROTERRA.

2. DO PROJETO DE INVESTIGAÇÃO À REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA

PROTERRA surgiu como um Projeto de Investigação temporal de quatro anos do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento - CYTED, dentro do Subprograma Tecnologia para Vivenda de Interesse Social, identificado como HABYTED, com o objetivo de incentivar o uso da terra como material de construção na produção massiva de habitações de interesse social através da realização de projetos demonstrativos, publicações, cursos e outros eventos.

Era um projeto internacional e multilateral de cooperação técnica com propósito de promover a transferência de tecnologia de construção com terra aos setores produtivos e às políticas sociais dos países ibero-americanos mediante as seguintes linhas de atuação:

- Capacitação e transferência da tecnologia a distintos níveis;
- Apoio técnico a projetos de investigação aplicada;
- Intercâmbio de informações e experiências;
- Serviços de assessoria e consultoria;
- Informação e difusão da tecnologia de construção com terra;
- Elaboração de textos básicos para normalização e procedimentos de execução;
- Publicações especializadas sobre o tema.

O modelo dos projetos de investigação do CYTED exigia a participação de pelo menos cinco instituições dos países ibero-americanos interessados no tema. Proterra iniciou com a participação de sete representantes de instituições de sete diferentes países. Logo, instituições e pessoas com experiência reconhecida foram solicitando sua integração ao projeto de investigação Proterra, assim como estudantes de graduação e pós-graduação e outros profissionais interessados no tema. Estes, em função de sua experiência, foram integrados como membros efetivo, colaborador e observador e, mais tarde, como representantes de Instituição Amiga.

O Projeto de Investigação Proterra procurou, através dos mais diversos eventos, alcançar profissionais dedicados à arquitetura e construção com terra, promovendo sua integração e estimulando o intercâmbio de conhecimento e parcerias em diversos trabalhos. Aos outros profissionais, estudantes, técnicos e pessoas da Sociedade em toda Ibero-américa, Proterra procurou difundir o uso da terra como material de construção de modo a abolir os preconceitos e estigmas associados às construções de terra.

Ao propor sua criação, o foco do Projeto de Investigação era habitação de interesse social e a proposta era dispor de um grupo de especialistas ibero-americanos que poderiam dar suporte técnico aos programas de produção de habitação nos diversos países ibero-americanos. Logo se percebeu que o uso da terra em programas de habitação de interesse social não aconteceria apenas com a formação de uma equipe

internacional de profissionais, pois já existiam, em cada país, profissionais competentes para dar o apoio técnico pretendido, porém era necessário estimular o uso da terra através de outras ações, de modo a comprovar e embasar cientificamente a Arquitetura e Construção com Terra. Por isso, ressalta-se a importância do acervo bibliográfico produzido por Proterra, cujos documentos geralmente foram avalizados por uma Comissão Editorial, formada por especialistas em cada tema avaliado.

Desde o princípio, em que pese seu caráter de uso da terra em construções contemporâneas, Proterra incorporou profissionais dedicados à Preservação do Patrimônio em sua equipe por visualizar a forte ligação existente entre o conhecimento produzido para a restauração de monumentos e para a produção atual de habitação de interesse social. O embasamento destes profissionais é essencial para resgatar e manter viva a tradição e a memória do conhecimento. Além disso, as investigações realizadas e soluções geradas na restauração do patrimônio têm apontado soluções também eficazes para os sistemas construtivos atualmente empregados.

As atividades aconteceram a partir basicamente das solicitações e em parcerias com instituições locais e de acordo com as linhas de ações e objetivos de Proterra. Elas sempre focalizaram, de forma criativa, a disseminação da arquitetura e construção com terra, priorizando o benefício da comunidade da região e o aperfeiçoamento do conhecimento do meio técnico e científico, inclusive entre os próprios membros do Proterra. Com estas bases, modelaram-se os mais diversos eventos e produtos que podem ser caracterizados em: reuniões de caráter técnico e científico; cursos e oficinas; exposições; e publicações.

O Projeto de Investigação Proterra, contanto com o trabalho voluntário de seus integrantes, desenvolveu internamente as seguintes atividades:

- definição da terminologia específica da arquitetura e construção com terra, com base em glossários publicados e em termos regionais ainda não registrados (Correia, 2006)[(2)];
- elaboração de recomendações para a normalização de tecnica mistas[(3)], considerando os sistemas estruturais apropriados para regiões sujeitas a abalos sísmicos e outros aspectos tais como conforto ambiental e controle tecnológico (Proterra, 2003);
- desenvolvimento e recomendação de métodos de ensaios de laboratório e testes de campo (Neves et al. 2005);
- discussão e aperfeiçoamento de mecanismos de transferência de tecnologia (Neves, 2004).

Em fevereiro de 2006, época de sua conclusão, o projeto de investigação Proterra tinha um acervo de oito livros impressos e dez gravados em CDs, e contava com 100 membros provenientes de 18 países ibero-americanos com o seguinte perfil: 42% desenvolviam sua principal atividade profissional em universidades; 16% em instituições de pesquisas; 18% em ONGs dedicadas à extensão; e 24% em escritórios de arquitetura e outras empresas públicas ou privadas voltadas principalmente aos programas de construção de vivendas de interesse social (Neves, 2006). Em seguida, cria-se a Rede Ibero-americana PROTERRA contando com quase todos os membros do extinto projeto e somando-se outros interessados, até mesmos fora do limite espacial Ibero-americano, mantendo-se o objetivo de divulgar a tecnologia arquitetura e construção com terra com foco em Ibero-américa.

A Rede Ibero-Americana PROTERRA trata de uma coletividade de cooperação técnica que promove a arquitetura e construção com terra na região, com destaque às suas atividades de capacitação e transferência da tecnologia, incentivo e apoio técnico a

projetos de pesquisa aplicada, intercâmbio de informações e experiências, e a difusão da tecnologia arquitetura de construção com terra.



Fig. 2 – Publicações Proterra (Crédito: Célia Neves, 2009)

Enquanto que o projeto de investigação contava com recursos financeiros do CYTED para o desenvolvimento de suas atividades, a rede PROTERRA não dispõe de recursos financeiros previamente assegurados, porém conta com profissionais competentes e muito entusiasmados que buscam apoio nas agências financiadoras em seus países de origem e nas suas próprias instituições para promover eventos e desenvolver outras atividades. Os SIACOTs[4] continuam a ser realizados anualmente, sempre com a participação de um número expressivo de membros de PROTERRA. Em 2008, aconteceu o Celebratierra[5], um evento itinerante realizado em quatro cidades da Argentina e uma do Uruguai, que se repetiu em 2009, em El Nochero, Argentina.



Figura 3 – Celebratierra 2008, Paraná, Argentina (Crédito: Célia Neves, 2008)

As atividades de PROTERRA são desenvolvidas voluntariamente por profissionais procedentes do setor acadêmico e de variados setores produtivos, que buscam formas eficazes de comunicação, de troca de experiência e de colaboração entre investigadores, construtores e todos outros, cujas áreas de atuação compreendem o estudo do material, projeto, desenvolvimento de sistemas construtivos, divulgação e transferência de tecnologia, planejamento e execução de edificações e recuperação e restauro do patrimônio.

A integração de profissionais a um projeto de apoio como o Proterra, estes algumas vezes atuando isolados do sistema de ciência e tecnologia, traz um novo ânimo à sua conduta, pois estes se encontram amparados por parceiros que contribuem significativamente com o seu trabalho.

Em novembro de 2008, foi inaugurado mais um importante meio da difusão da Rede e de suas atividades: a página web (www.redproterra.org), que foi projetada com a

valiosa colaboração da Escola Superior Gallaecia (Portugal), instituição amiga de PROTERRA.

Coelho e Neves (2007), ao analisar o contribuição das redes na difusão da Arquitetura e Construção com Terra, comentam interessantes particularidades da Rede Ibero-americana PROTERRA. Entre estas, ressaltam: a existência de uma coordenação, estatuto e metas; um procedimento de adesão formal e restrito; comunicação entre seus membros de forma particular e coletiva; e a divulgação trimestral de um boletim que informa as atividades dos seus membros e da coordenação. Consideram que PROTERRA, além de fugir da estrutura aberta das redes, com sua hierarquia e restrição de adesão, incentiva a criação de novas redes associadas, ampliando, dessa forma, sua abrangência. PROTERRA também tem sua identidade física, pois, com apoio de instituições parceiras, que podem ou não ser associadas, organiza e apoia a realização de cursos, seminários, publicações e a elaboração de normas técnicas nos países ibero-americanos.

3. O FUTURO DA REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA

As atividades realizadas pelo projeto de investigação que continuam como eixo do desenvolvimento estratégico a médio e longo prazo da Rede Ibero-americana PROTERRA podem ser agrupadas em quatro linhas da ação desenvolvidas da maneira individual ou coletiva.

3.1. Investigação

A geração do conhecimento realizada pelos membros da rede abrange diferentes campos. As investigações compreendem as características da terra, o desenvolvimento e o comportamento dos sistemas construtivos, análise estrutural, estudos do impacto ambiental, vínculo entre a arquitetura e a saúde, história e arqueologia da construção, estudos e conservação de estruturas patrimoniais, entre muitas outras.

Os resultados dos projetos são apresentados em diferentes foros e são divulgados em publicações da escala nacional e internacional. Não obstante, os SIACOTs realizados anualmente correspondem ao espaço apropriado para este fim. A razão de ser destes eventos de natureza internacional é justamente a exposição e a discussão coletiva dos avanços da investigação e experiências nos diferentes campos do conhecimento da arquitetura e da construção com terra.



Fig. 4 – 8°SIACOT. Tucumán, Argentina. (Crédito: Luis F. Guerrero, 2009)

Um trabalho de grande importância que deve ser enfatizado trata-se do Programa Interlaboratorial, iniciado ao final de 2007. Seu objetivo é padronizar ensaios de laboratório que permitem a caracterização das terras e a qualificação dos produtos que são usados nos diferentes sistemas construtivos. Ao final de 2008 foi concluído o interlaboratorial relativo ao ensaio de resistência à compressão do adobe. A partir dos

resultados obtidos, pretende-se propor o procedimento PROTERRA para o ensaio de resistência à compressão em adobe. Em continuação, pretende-se avançar o programa interlaboratorial, estabelecendo o procedimento para ensaio em pequenas paredes de adobe com a finalidade de avaliar o comportamento da alvenaria de adobe, e procedimentos de ensaios para o BTC (bloco de terra comprimida).



Fig. 5 – Programa interlaboratorial de adobe. (Crédito: Roberto Mattone, 2008)

3.2. Instrução formal

Apesar da quantidade de exemplos da construção com terra conhecida em todos os cinco continentes, paradoxalmente as universidades se mantêm afastadas deste ramo da ciência. A evolução de disciplinas relacionadas ocorre de maneira desconexa nas áreas acadêmicas estabelecidas sendo necessário planejar sua vinculação.

O campo da docência inclui diferentes aspectos. Alguns membros da rede são professores de graduação e pós-graduação, principalmente nas escolas de arquitetura e de engenharia civil. Dentro das possibilidades, muitos destes incorporam os conhecimentos relacionados a construção com terra à estrutura curricular convencional de cursos específicos com temáticas especiais; outros integram os conhecimentos disponíveis como uma disciplina específica na grade curricular. Também são realizadas monografias de graduação, dissertações e teses de pós-graduação, geralmente com a participação dos membros da Rede como orientadores como membros da banca de avaliação ou coordenadores de projetos de investigação.

Mas este campo requer não somente do desenvolvimento dos estudos sobre as temáticas das disciplinas, mas também da exposição dos métodos pedagógicos que permitem sua apropriada transmissão.

Atualmente a Rede PROTERRA procura integrar-se a ações institucionais como as da *Chaire UNESCO Architectures de terre*, entre outras, com o objetivo de colaborar com a estruturação de processos de instrução-aprendizagem adequados para compor a disciplina de arquitetura e construção com a terra nas universidades que atuam nesta área. Em princípio, espera-se compor cursos interinstitucionais de especialização, mestrado e doutorado em arquitetura e construção com terra com a participação de cinco ou seis universidades que promovam o intercâmbio do conhecimento e de atividades, especialmente com a participação conjunta dos professores e dos estudantes.

Outro desafio nesta linha da ação está relacionado com a introdução do conhecimento em outros níveis educativos. Se as crianças e os jovens receberem, dentro de seus estudos, aulas relativas ao conhecimento e prática da arquitetura e construção com terra podem não se dedicar a esta área, porém é evidente que enriquecerão sua

bagagem cultural e seu nível de consciência sobre a sustentabilidade ambiental e a conservação de meio natural e cultural.

3.3. Capacitação

Uma das atividades que recebe muita atenção dentro das linhas do trabalho da rede é a capacitação de recursos humanos com a prática em oficinas. Nestas, participam autoconstrutores, pessoas da sociedade em geral, membros de comunidades, estudantes, profissionais, professores, entre outros. Este processo é muito eficaz, pois facilita a transmissão e assimilação das técnicas construtivas, tanto pela experiência que se adquire com o contato direto com os materiais e as ferramentas durante a prática, como pelo trabalho coletivo, além do suporte técnico oferecido pelos instrutores.



Fig. 6 – Oficina em Villa de Leyva, Colômbia (Crédito: Luis F. Guerrero, 2006)

Os planos traçados para esta linha de ação focam a necessidade de sistematizar os procedimentos de maneira a facilitar a organização das oficinas e a garantir os aspectos pedagógicos desta forma de capacitação, independente do local ou do agente organizador do evento. Neste sentido, está em andamento em PROTERRA a elaboração de documentos dirigidos tanto aos instrutores e organizadores das oficinas, assim como aos assistentes. Pretende-se criar os procedimentos aplicáveis aos diferentes tipos de oficinas(6) que estabeleçam formas para seu planejamento e as respectivas atividades de maneira a evitar os “imprevistos”.

3.4. Difusão

Apesar dos enormes esforços no campo editorial referente à arquitetura e construção com terra, a oferta de publicações dedicadas especificamente a este tema continua escassa se comparada com os documentos disponíveis em outras linhas da produção. Na realidade, existe um alto potencial de demanda deste tipo de fontes documentais, sobretudo centradas em realidades regionais escritas em espanhol o português, que não são devidamente atendidas.

Paradoxalmente, os insumos para publicação são relativamente abundantes, desde os proeminentes resultados de investigações, as experiências das oficinas, o material didático dos trabalhos educacionais e os resultados da prática profissional exercidas por membros de PROTERRA.

Ademais, em que pese todo esforço de PROTERRA, a difusão do importante acervo documental relativo às apresentações nos congressos e nos seminários constante nas memórias dos eventos ainda tem um nível da difusão extremamente restrito. Até mesmo a publicação digital relativa à seleção de solos através de testes de campo

(Neves et al. 2005), disponível em www.redproterra.org tem pouca difusão, apesar do grande esforço de divulgação de PROTERRA.

Reconhece-se a necessidade de estabelecer um processo de gestão para a convergência da oferta e demanda dos recursos para a sustentação à edição de livros e revistas, associado às esquemas apropriados de distribuição e comercialização. Por isso, PROTERRA propõe sua colaboração em um projeto de revista científica digital do caráter internacional editada pela *Cátedra UNESCO*. Publicações eletrônicas deste tipo têm seu alcance muito mais amplo que as edições impressas, além de permitirem uma economia substancial de tempo e de recursos materiais. Estas publicações contam com um conselho científico que avalia e garante o rigor científico de textos que ajudam enriquecer o nível de conhecimento no campo da arquitetura e construção com terra.

Um foro para a difusão das atividades de PROTERRA promete ser o evento mundial na arquitetura de terra a ser realizado em 2012, em Peru, promovido por ISCEAH-ICOMOS. A colaboração da Rede PROTERRA dentro das atividades do congresso TERRA 2012 visa identificar problemas e contribuir com suas soluções desde a realidade Ibero-americana, além de se posicionar como um referente internacional reconhecido por sua excelência e continuidade de funcionamento por mais de dez anos.

4. CONCLUSÃO

Oito anos após o início da formação de um grupo de pessoas envolvidas com a Arquitetura e Construção com Terra e de sua integração final como a Rede Ibero-americana PROTERRA é possível afirmar que ocorreu um notavelmente avanço na maioria dos objetivos que deram sua origem. A estrutura do trabalho coletivo consolidou, criou-se o saudável intercâmbio de experiências entre profissionais, assim como se avaliou o impacto e desenvolveu ações relativas ao ensino, investigação e difusão. Não obstante, o uso de materiais convencionais persiste, apesar de reconhecidamente representarem grandes impactos nos meios natural e cultural.

Um dos grandes desafios para o retorno da Arquitetura e Construção com Terra corresponde ao estabelecimento de normas para a elaboração do projeto, construção e conservação de edifícios de terra. Os avanços são conhecidos no Brasil, Colômbia, Espanha e Peru, que contam com algumas normas. Em Argentina, El Salvador, Nicarágua e México, existem grupos de trabalho que, em diferentes níveis de avanço, realizam pesquisas e ações tendentes à normalização dos diversos sistemas construtivos. No entanto, tem-se consciência de que enquanto não forem criados os elementos sobre o uso da terra, semelhantes aos existente dos materiais e sistemas construtivos comerciais, seu emprego continuará restrito.

Outro desafio trata da valorização patrimonial nos seus aspectos histórico e econômico. É imperioso reverter a falsa imagem que se tem sobre a salubridade, segurança e pobreza das edificações com terra, que fazem com que muitas instituições gestoras, organismos financeiros e de usuários em geral desconfiem destas construções. Espera-se modificar esta perniciosa imagem de modo que suas qualidades econômicas e ecológicas sejam devidamente reconhecidas.

Finalmente, em conexão com a sabedoria ancestral, é necessário avançar na conservação do patrimônio construído com terra. Estas edificações são evidências históricas devem ser protegidas, preservadas e difundidas porque são testemunhos do desempenho e durabilidade da construção com terra, além de sua importância como parte da diversidade cultural da região ibero-americana.

Bibliografia

Coelho, A. C. V.; Neves, C. (2007). A arquitetura e construção com terra viajando nas redes virtuais: patrimônio cultural no século XXI. *5ºSeminário Arquitectura de Terra e Portugal*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1 CD-ROM

Correia, M. (2006). Investigação e difusão científica de arquitectura de terra na ESG/ Escola Superior Gallaecia. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal.* Ouro Preto: UFMG;PUC MINAS; PROTERRA, 1 CD-ROM

Neves, C. (2006). Cinco anos de arquitetura e construção com terra e Proterra em Ibero-américa. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal.* Ouro Preto: UFMG;PUC MINAS; PROTERRA, 1 CD-ROM

Neves, Célia M. M. (2004). Mecanismos para transferência de tecnologia para habitação e a experiência do Projeto Proterra. *3er Seminario Iberoamericano de Construcción Con Tierra.* San Miguel de Tucuman: FAU-UNT;PROTERRA-CYTED. p. 437-449/1 CD-ROM

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. (2005). *Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo*. Disponível em www.redproterra.org.

Proterra (2003). *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Salvador: PROTERRA/CYTED, 350 p.

Notas

(1) Na Arquitetura e Construção com Terra – denominação dada a toda produção arquitetônica que emprega o solo como o principal material de construção – ele recebe denominações diversas tais como terra crua, terra sem cozer, terra para construir, porém, o usual e adotado neste trabalho, é o termo **terra**, que corresponde ao solo apropriado para construção. O termo solo é usado principalmente quando envolve classificações e caracterizações, que também são adotadas em outros campos da Engenharia, assim como são os termos como solo-cimento, solo-cal e solo estabilizado, entre outros.

(2) Disponível em www.redproterra.org;

(3) Técnicas mistas correspondem aos sitemas construtivos em que se utilizam um material como elemento portante, geralmente a madeira, e a terra como material de vedação. Recebe nomes variados como pau a pique, taipa de mão, *bahareque, quincha*, entre outros.

(4) SIACOT – Seminário Ibero-americano de Construção com Terra

(5) Evento coordenado pela Facultad Regional de Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, realizado em Santa Fe, Paraná, Concodia e Concepción del Uruguay, na Argentina, e Salto, em Uruguai. http://celebratierra.blogspot.com/

(6) Em geral, PROTERRA organiza oficinas com os seguintes temas: adobe, BTC, abóbada, taipa, técnicas mistas, revestimento. Outros temas são agregados, eventualmente.

Curriculum

Célia Neves. Engenheira civil, Mestre em Engenharia Ambiental Urbana, investigadora, consultora na área de tecnologia de edificações, criadora e atual colaboradora do Centro Tecnológico da Argamassa em Salvador, Brasil; ex-coordenadora do Projeto de Investigação Proterra/CYTED e da Rede Ibero-americana Proterra e coordenadora da Rede TerraBrasil.

Luis Fernando Guerrero Baca. Arquiteto, Máster em Restauração Arquitetônica, Doutor em Desenho com Especialidade em Conservação do Patrimônio. Professor Investigador da UAM-Xochimilco, México. Coordenador do Comitê Científico de Terra do ICOMOS Mexicano e da Rede Ibero-Americana PROTERRA.

O SOLO PARA CONSTRUÇÕES COM TERRA CRUA: UM ESTUDO DE CASO

Geraldo Bezerra Araújo; Emerson de Andrade Marques Ferreira; Sandro Fábio César
UFBA - Universidade Federal da Bahia; MEAU – Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Rua Aristides Novis, 2 Federação, CEP 40.210-630, Salvador, Bahia – Brasil
Tel.: + 55 71 32839725; Fax: + 55 71 32839730;
E-mail: [1]gearldobaraujo@terra.com.br; [2]emerson@ufba.br; [3]sfcesarpaz@uol.com.br

Tema: Técnicas, Construção e Investigação e Desenvolvimento
Palavras-chave: terra, solo, construção com terra.

Resumo
O solo é o principal material utilizado nas construções com terra, exigindo uma escolha adequada e, às vezes, uma transformação ou correção para atender às funções de trabalho. As características específicas do solo dependem da técnica usada, podendo ser semelhantes em alguns casos. O solo usado para adobe atende ao uso da técnica mista (barro armado, tabique, bahareque, quincha, torchis, etc.), porém não atende à taipa de pilão. Este trabalho pretende apresentar um estudo realizado sobre solo a ser aplicado em vedação vertical, na cidade de São Sebastião do Passé, Bahia, Brasil. O assunto é parte da dissertação de Mestrado intitulada "*Recomendações para melhoria tecnológica da vedação vertical em técnica mista para habitação de interesse social: um estudo de caso no bairro do Alegre em São Sebastião do Passé*", Araújo (2007). A pesquisa envolveu inicialmente a realização de *ensaios laboratoriais* de 3 amostras de solos, retiradas em diferentes locais e análise das mesmas a partir dos resultados. Num segundo momento foram coletadas dos mesmos locais mais 3 amostras, sendo uma transformada em 8 novos solos. As novas amostras foram enviadas para testes em laboratório, sendo também realizados testes empíricos visando uma análise comparativa entre os resultados. Como testes empíricos foram feitos o *teste das bolas*, de Mitidieri (1978); o *teste da pressão dos dedos*, de Giethi (1994); o *teste do rolo*, de Neves (2003); e o *teste da caixa*, de Lengen (2002).

A partir de 1987, quando a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento publicou o Relatório Brudtland, a humanidade vem cada vez mais se conscientizando da necessidade em propiciar uma diminuição dos impactos ambientais. Segundo a Agenda 21, a indústria da construção civil e seus produtos consomem aproximadamente 40% da energia e dos recursos naturais e gera 40% dos resíduos produzidos pela humanidade. Até recentemente, as instituições de ensino pouco se interessavam pelo resgate das técnicas construtivas tradicionais que usam a terra crua como principal material de construção. A visão atual tende a inverter essa situação e investigações sobre o aperfeiçoamento das técnicas de construções com terra crua têm avançado na busca de.soluções mais apropriadas. Estas construções impactam menos o meio ambiente, e sendo o solo seu principal material, faz-se necessário investigar suas melhores possibilidades de uso.

O objetivo desta comunicação é mostrar a viabilidade do uso de testes empíricos para a caracterização do solo a ser usado na construção civil. A investigação apresenta os resultados de testes laboratoriais e empíricos realizados com solos naturais e transformados, discute os dados e as análises comparativas entre os vários resultados e, estabelece diretrizes para a realização dos testes objeto deste trabalho.

1. O SOLO

Produto do intemperismo sobre rochas, o solo pode ser considerado como um corpo de material não consolidado que recobre a superfície emersa do nosso planeta, entre a litosfera e a atmosfera.

> ...o termo terra ou solo é aplicado a todo o material da crosta terrestre que não oferece resistência à escavação mecânica e que perde totalmente a resistência quando em contato prolongado com água. A origem do solo seja imediata ou remota, se dá a partir de processos físicos químicos de fragmentação das rochas, pela ação das intempéries (VARGAS, 1977)

A região da Mesopotâmia e o antigo Egito receberam as primeiras construções com terra, possivelmente pela presença de rios, cujo processo geológico de milhares de anos propicia a sedimentação de material para a formação de argila. Nessa região, a presença natural de um clima seco é amenizado com as construções com terra que propiciam uma condição de conforto ambiental mais apropriado. Como referências seculares, citam-se a muralha da China, possivelmente a mais antiga edificação de taipa ainda existente, construída com paliçadas de madeira e barro, e a pirâmide do Deus Sol, construída pelos astecas com terra batida, ambas recobertas posteriormente com pedras, como as referências de obras em terra mais antigas.

Para a humanidade, o solo tem duas áreas de aplicação distintas: a agricultura e a construção civil. Este trabalho trata do solo como material de construção, mais especificamente, como material para construção com terra crua. Quando estudamos estas construções, o principal elemento a ser considerado é o tipo de solo, pois, a depender da técnica utilizada as características são específicas.

> Quase todos os tipos de terra servem para construir muros, utilizando-se blocos de adobe, taipa ou pau-a-pique. Como em sua composição entram diferentes tipos de terra, às vezes precisamos misturar terra tirada de vários pontos do mesmo terreno, mesmo em lotes pequenos. Sabemos que a terra é pobre ou rica, de acordo com a proporção existente entre a argila e a areia. Uma terra rica (em argila) deve ser balanceada com areia. Uma terra pobre precisa ser enriquecida com argila (LENGEN, 2002, p. 298).

Dito isto, caracterizar o solo é fundamental para poder aplicá-lo de forma adequada, o que pode ser feito usando-se dois processos: em laboratório ou através de testes empíricos. A caracterização em laboratório é mais confiável, porém, nem sempre é economicamente viável. Em se tratando de construções para habitação de interesse social, os custos dos ensaios de laboratório podem inviabilizar o uso de técnicas de construção com terra crua.

Como uma contribuição sobre o assunto, este trabalho apresenta um estudo de caso envolvendo a caracterização de solos em laboratório, e a caracterização dos mesmos solos com testes empíricos, visando uma análise comparativa entre os resultados, de modo a propiciar um juízo de valores por parte dos estudiosos sobre o tema.

2. ESTUDO DE CASO

O solo estudado foi retirado em duas etapas e dos mesmos locais. A área de estudo foi o Bairro do Alegre, na cidade de São Sebastião do Passe, na Bahia, onde o solo local é bastante argiloso e, a maioria das habitações é de técnica mista (taipa de mão). As amostras da primeira etapa receberam a denominação 1, 2 e 3, e as da segunda etapa 1A, 2A e 3A. Além dos solos naturais, foram criados, a partir do solo 3A mais 8 solos transformados com adição de areia. A criação dos solos transformados a partir de um solo determinado foi feita para verificar-se qual o percentual ideal de adição de areia para obter-se um solo no padrão desejado para a técnica de construção a ser utilizada.

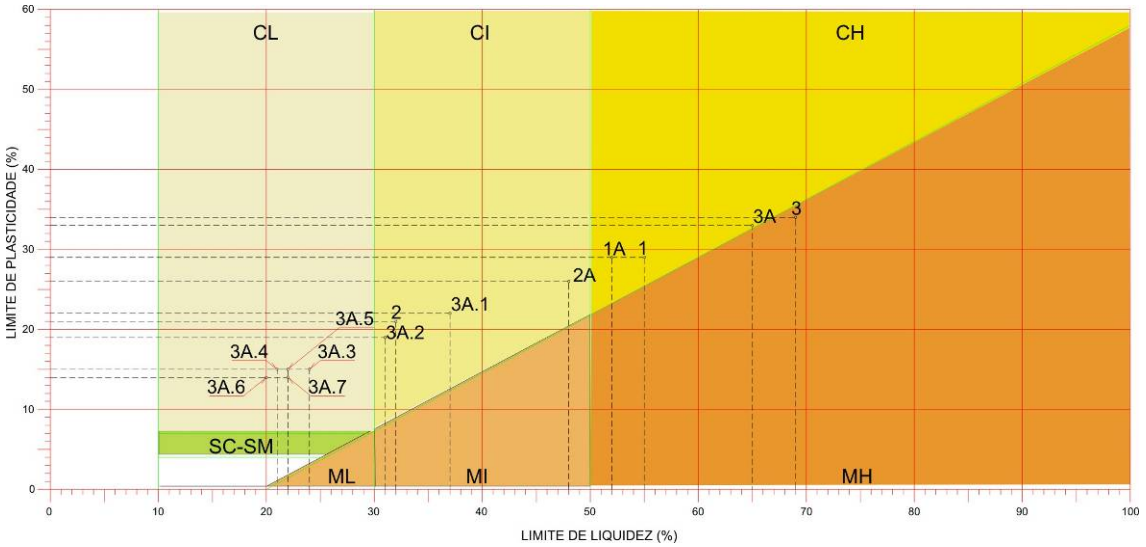
2.1 Caracterização em laboratório

As amostras foram enviadas para caracterização no Laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, tendo como resultados os dados constantes da Tabela 1.

Tabela 1 – Percentual de areia aditada ao solo 3A e caracterização dos solos (Créditos: Araújo, 2009).

SOLOS TRANSFORMADOS														
SOLOS	1	2	3	1A	2A	3A	3A.1	3A.2	3A.3	3A.4	3A.5	3A.6	3A.7	3A.8
PERCENTUAL DE AREIA ADITADO							25	50	75	100	125	150	175	200
CARACTERIZACAO														
LIMITES														
WL (%)	55	32	69	52	48	65	37	31	24	21	22	20	22	NL
WP (%)	29	21	34	29	26	33	22	19	15	15	15	14	14	NP
IP (%)	26	11	35	23	22	32	15	12	9	6	7	6	8	NP
GRANULOMETRIA (NBR-7181)														
PEDREGULHO (%)	3	5	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0
AREIA GROSSA (%)	1	7	1	4	3	2	11	12	13	12	14	13	14	15
IAREIA MEDIA (%)	1	16	2	6	6	10	26	26	34	35	42	41	42	45
IAREIA FINA (%)	21	21	0	11	17	10	13	3	15	20	19	17	16	18
ISILTE (%)	36	31	36	40	32	34	21	20	18	17	8	11	9	11
IARGILA (%)	38	20	51	38	41	53	28	28	18	15	16	17	19	11

Na caracterização dos solos, a plasticidade foi definida segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7180 – Determinação dos limites de plasticidade, onde os índices de plasticidade correspondem aos respectivos limites de liquidez menos os limites de plasticidade. Além dos dados de laboratório, utilizou-se a Carta de Casa Grande que estabelece as áreas onde se encontram cada tipo de solo e sua compressividade. O solo é lançado na carta pelos percentuais referentes aos limites de plasticidade (na vertical) e de liquidez (na horizontal), conforme a Figura 1.



CL: solo argiloso de baixa compresividade
CI: solo argiloso de média compresividade
CH: solo argiloso de alta compresividade
ML: solo sitoso de baixa compresividade
MI: solo sitoso de média compresividade
MH: solo sitoso de alta compresividade
SC-SM: solo argiloso e siltoso de baixa compressividade

Figura 1 – Localização dos solos na Carta de Casa Grande. (Crédito: Araújo, 2009, p. 102 e 107).

Segundo o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (USCS) e a Carta de Casa Grande, os solos da primeira etapa foram classificados assim: o da amostra 1, ***solo argiloso de alta compressividade****, situado próximo da área dos solos siltosos de alta compresividade*; amostra 2, ***solo argiloso de média compressividade***, *próximo da área dos solos argilosos de baixa compresividade*; e amostra 3, ***solo siltoso de alta***

compresividade, *bem próximo da área dos solos argilosos de alta compresividade. Desta forma*, o solo da amostra 2 é o menos compressível, contendo argila em sua composição. Os solos da segunda etapa foram classificados como: ***solos argilosos de alta compressividade*** *os das amostras 1A e 3A,* estando o solo 1A próximo da área dos solos argilosos de média compressividade e o 3A próximo da área dos solos sillosos de alta compresividade; ***solos siltosos de média compressividade*** *os das amostras* 2A, 3A.1 e 3A.2, sendo que o 2A se encontra próximo da área dos solos argitosos de alta compresividade, e o 3A.2 próximo da área dos solos argilosos de baixa compresividade; e ***solos argilosos de baixa compresividade*** os das amostras 3A.3 à 3A.7, todos próximos à área dos solos SC-SM.

Conforme a classificação, todos os solos são argilosos, sendo que os solos 1A e 3A são de alta compressividade, os 2A, 3A.1 e 3A.2 são de média compressividade, e os 3A.3, 3A.4, 3A.5, 3A.6 e 3A.7 são de baixa compressividade.

2.2 Caracterização feita usando-se testes empíricos
Foram realizados quatro tipos de testes empíricos, a saber:

2.2.1 Teste das bolas
O teste estabelecido por Mitidieri e outros (1987), ilustrado na Figura 2, consiste em retirar amostras de solos, umedecê-las com água e fazer bolas com as mãos. Ao secar, a bola que apresentar menor número de fissuras será a mais apropriada.



Figura 2 – Foto das bolas após secagem. (Crédito: Araújo, 2007, p. 110)

A leitura visual propiciou classificar o solo da amostra 3A como o de maior número de fissuras, seguido pelo da amostra 3A.1, depois o da amostra 1A, a seguir o da amostra 3A.2 e por último o da amostra 2A. Os solos 3A.3, 3A.4, 3A.5, 3A.6, 3A.7 e 3A.8 aparentemente não apresentaram fissuras. Os resultados apontaram o solo natural 2A e os solos transformados 3A.3, 3A.4, 3A.5, 3A.6, 3A.7 e 3A.8 como os mais apropriados para uso em construção com terra.

2.2.2 Teste da pressão dos dedos
Conforme Giethi e outros (1994), o teste consiste em formar bolas que caibam na palma da mão e em seguida pressioná-las com os dedos, considerando: o teor de areia muito alto caso a bola se esfarele ao se aplicar uma leve pressão; se a bola não se romper após uma forte pressão, o solo apresenta uma predominância de argila em sua composição; e se ocorrer rompimento da bola com uma forte pressão, o solo apresenta médio teor de argila. No teste, ao imprimir-se uma leve pressão dos dedos nenhum solo esfarelou-se, o que significa existir argila nos mesmos. Usando-se forte

pressão os solos 3A.4, 3A.5, 3A.6, 3A.7 e 3A.8 romperam-se; o solo 3A.3 quase rompeu-se; e os solos 1A, 2A,3A, 3A.1 e 3A.2 não se romperam. A Figura 3 ilustra o teste realizado com o solo 3A, onde a foto superior esquerda é do solo recebendo leve pressão dos dedos; a superior direita após leve pressão; a inferior esquerda é do solo recebendo forte pressão; e a inferior direita é do solo após forte pressão.



Figura 3 – Foto do teste da pressão dos dedos (Crédito: os autores, 2007)

Pela análise, os solos das amostras 3A.4 à 3A.8 são os que possuem menor teor de argila, propiciando uma terra crua com menos fissuras.

2.2.3 Teste do rolo

Conforme Neves e outros (1995), o teste do rolo consiste em tomar-se uma porção de solo umedecido e amassado, rolar sobre uma superfície plana até a obtenção de um cordão com 200 mm de comprimento e 25 mm de diâmetro. Em seguida, desliza-se suavemente o cordão sobre a superfície, de forma a ficar em balanço além da borda, até que ocorra a ruptura do segmento em balanço. Medindo-se o segmento rompido, tem-se um indicativo da quantidade de argila: se romper o cordão com menos de 80 mm, não há argila suficiente; se a ruptura ocorrer com comprimento entre 80 mm e 120 mm, tem-se argila em proporção ideal; e rupturas com comprimentos acima de 120 mm indicam argila em excesso.

As leituras das medidas realizadas indicaram 44 mm de comprimento para o segmento referente ao rolo da amostra 3A.8; 55 mm para a 3A.7; 65 mm para a 3A.6; 74 mm para a 3A.4; 82 mm para as 1A e 2A; 85 mm para as 3A.3 e 3A.5; 87 mm para a 3A.2; 125 mm para a 3A.1; e 154 mm para a 3A. Os resultados indicaram que os solos 3A.4, 3A.6, 3A.7 e 3A.8 possuem um teor de argila muito pequeno; os solos 3A e 3A.1 possuem argila em excesso; e os solos restantes, o 1A, 2A, 3A.2, 3A.3 e 3A.5 romperam-se entre 80 e 120 mm, significando possuir um teor de argila médio.

2.2.4 Teste de contração

O quarto teste, segundo Lengen (2002), consiste em fazer-se uma mistura maleável de solo e colocada em uma caixa de 4 cm x 4 cm x 40 cm, previamente untada com óleo, deixando a mistura secar a sombra. Para o autor, a medida de retração no sentido longitudinal (40 cm), após 7 dias de moldagem não pode ultrapassar a 4 cm, para o uso na fabricação de adobes, cujo percentual de argila deve ser de 30% em relação à areia.

Para o teste foram confeccionados 6 corpos-de-prova (CP) para cada amostra de solo, sendo realizada a primeira medição aos 7 dias após a moldagem, conforme recomendam a ABCTerra (2007) e Santos (2002) e mais 3 medições, visando avaliar a proporção da retração com o tempo de secagem. A segunda medição foi realizada 14 dias após a moldagem, a terceira aos 21 dias e a quarta e última aos 46 dias. A Figura 4 ilustra medições realizadas nas amostras dos corpos de prova referentes aos solos 1A e 3A.1.

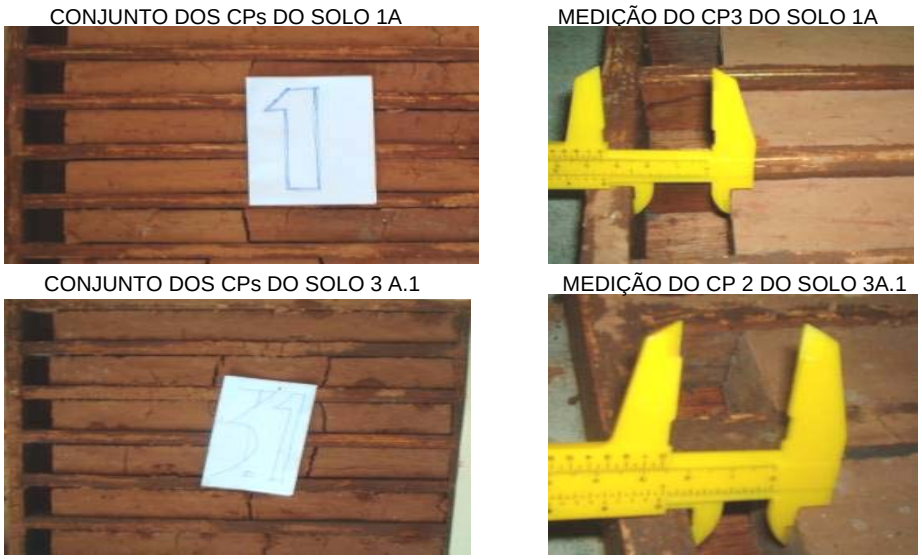


Figura 4 – Teste de contração. (Crédito: Araújo, 2007, p.110)

Conforme as medições, nenhum solo teve retração superior a 4 cm, o que demonstra não ser o teor de argila excessivo. As retrações significativas aconteceram até o sétimo dia de secagem, justificando a recomendação do autor sobre a data de medição. Os resultados dos testes agrupa os solos das amostras de 3A.4 a 3A.8 como os de menor contração média, variando entre 0,17 cm e 0,97 cm no sétimo dia.

Os dados das medições se encontram na Tabela 2 que indica em centímetros os valores correspondentes aos 6 corpos de prova de cada solo, conforme o período de medições e, ainda informa os valores mínimo, médio e máximo de cada corpo de prova.

SOLO 1A	CP-1 (cm)	CP-2 (cm)	CP-3 (cm)	CP- 4 (cm)	CP-5 (cm)	CP-6 (cm)	VALOR MÍNIMO (cm)	MÉDIO (cm)	MÁXIMO (cm)
AOS 7 DIAS	3,55	3,45	3,50	3,61	3,62	3,55	3,45	3,54	3,62
AOS 14 DIAS	3,59	3,56	3,68	3,67	3,77	3,71	3,59	3,66	3,77
AOS 21 DIAS	3,62	3,59	3,69	3,68	3,78	3,71	3,62	3,68	3,78
AOS 46 DIAS	3,65	3,63	3,72	3,68	3,80	3,75	3,63	3,70	3,80
SOLO 2A									
AOS 7 DIAS	3,37	3,31	2,95	3,04	3,23	3,00	2,95	3,15	3,37
AOS 14 DIAS	3,41	3,40	3,16	3,28	3,46	3,10	3,10	3,30	3,46
AOS 21 DIAS	3,45	3,46	3,18	3,30	3,48	3,11	3,11	3,33	3,48
AOS 46 DIAS	3,48	3,51	3,20	3,31	3,48	3,13	3,13	3,35	3,51
SOLO 3A									
AOS 7 DIAS	3,38	3,42	3,04	3,31	3,00	2,42	2,42	3,09	3,42
AOS 14 DIAS	3,50	3,66	3,32	3,80	3,45	2,74	2,74	3,41	3,80
AOS 21 DIAS	3,55	3,70	3,35	3,86	3,51	2,78	2,78	3,46	3,86
AOS 46 DIAS	3,63	3,78	3,39	3,92	3,52	2,80	2,80	3,51	3,92
SOLO 3A.1									
AOS 7 DIAS	3,05	2,60	2,90	2,92	2,69	2,58	2,58	2,79	3,05
AOS 14 DIAS	3,10	2,72	3,05	3,05	2,72	2,62	2,62	2,90	3,10
AOS 21 DIAS	3,12	2,75	3,06	3,07	2,81	2,70	2,70	2,92	3,12
AOS 46 DIAS	3,14	2,78	3,09	3,09	2,83	2,70	2,70	2,94	3,14
SOLO 3A.2									
AOS 7 DIAS	1,99	1,81	1,90	1,85	1,74	1,64	1,64	1,82	1,99
AOS 14 DIAS	2,05	1,86	1,91	1,89	1,77	1,71	1,71	1,86	2,05
AOS 21 DIAS	2,06	1,90	1,95	1,93	1,80	1,76	1,76	1,90	2,06
AOS 46 DIAS	2,08	1,98	1,95	1,95	1,80	1,81	1,80	1,93	2,08
SOLO 3A.3									
AOS 7 DIAS	1,18	1,01	1,08	1,01	0,83	0,99	0,83	1,02	1,18
AOS 14 DIAS	1,20	1,03	1,10	1,06	0,85	1,00	0,85	1,02	1,20
AOS 21 DIAS	1,24	1,04	1,11	1,07	0,88	1,02	0,88	1,06	1,24
AOS 46 DIAS	1,29	1,04	1,13	1,11	0,89	1,05	0,89	1,08	1,29
SOLO 3A.4									
AOS 7 DIAS	1,05	0,91	0,76	0,83	1,00	0,87	0,76	0,90	1,05
AOS 14 DIAS	1,07	0,92	0,77	0,84	1,01	0,94	0,77	0,92	1,07
AOS 21 DIAS	1,08	0,94	0,78	0,85	1,02	0,96	0,78	0,94	1,08
AOS 46 DIAS	1,09	0,97	0,82	0,85	1,02	0,97	0,82	0,95	1,09
SOLO 3A.5									
AOS 7 DIAS	0,90	1,00	0,95	1,08	1,05	0,82	0,82	0,97	1,08
AOS 14 DIAS	0,93	1,04	0,99	1,11	1,08	0,85	0,95	1,00	1,10
AOS 21 DIAS	0,94	1,06	1,00	1,13	1,10	0,89	0,89	1,02	1,13
AOS 46 DIAS	0,95	1,07	1,00	1,13	1,10	0,89	0,89	1,02	1,13
SOLO 3A.6									
AOS 7 DIAS	0,95	0,96	1,30	1,32	1,02	0,72	0,72	1,04	1,32
AOS 14 DIAS	0,97	0,98	1,32	1,39	1,03	0,73	0,73	1,07	1,39
AOS 21 DIAS	0,98	0,99	1,35	1,42	1,04	0,75	0,75	1,09	1,42
AOS 46 DIAS	0,98	1,01	1,37	1,43	1,05	0,81	0,81	1,11	1,42
SOLO 3A.7									
AOS 7 DIAS	0,30	0,17	0,32	0,00	0,25	0,00	0,00	0,17	0,32
AOS 14 DIAS	0,38	0,19	0,34	0,00	0,26	0,00	0,00	0,19	0,38
AOS 21 DIAS	0,43	0,23	0,35	0,00	0,26	0,00	0,00	0,21	0,43
AOS 46 DIAS	0,45	0,25	0,36	0,00	0,26	0,00	0,00	0,22	0,54
SOLO 3A.8									
AOS 7 DIAS	0,28	0,38	0,30	0,00	0,00	0,19	0,00	0,19	0,38
AOS 14 DIAS	0,33	0,40	0,32	0,00	0,00	0,22	0,00	0,21	0,40
AOS 21 DIAS	0,37	0,41	0,34	0,00	0,00	0,25	0,00	0,23	0,41
AOS 46 DIAS	0,40	0,41	0,34	0,00	0,00	0,25	0,00	0,23	0,41

Tabela 2 - Teste de contração (medidas em centímetros). (Crédito: Araújo, 2007)

3. CONCLUSÃO

Os resultados dos testes empíricos, conforme os dados e as análises realizadas, não se contrapuseram com os dados e as análises da caracterização feita em laboratório, demonstrando a eficácia dos citados testes. Desta forma, o estudo de caso atingiu o

objetivo pretendido que era o de analisar comparativamente os resultados entre os dados do laboratório e os dos testes empíricos e demonstrar que o uso dos testes é eficaz para a caracterização do solo.

As análises entre os resultados do laboratório e dos testes empíricos indicaram que os solos de 3A.4 à 3A.8 são os mais recomendados para o uso em construções com terra. Entre os testes, o do rolo e o de contração são os mais indicados, devido à possibilidade de aferição comparativa pelas medições. Para uma caracterização mais segura, recomenda-se o uso de pelo menos dois, dos quatro testes aqui aplicados.

Este trabalho torna evidente que os testes empíricos poderão ser utilizados para a caracterização dos solos, contribuindo, principalmente com as obras de interesse social, onde os custos são fatores determinantes para a execução das mesmas.

Bibliografia

Agenda 21 (1992). *Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento*. Rio de Janeiro; Brasília: Senado Federal.

Araújo, Geraldo Bezerra (2007). *Recomendações para melhoria tecnólogica da vedação vertical em técnica mista em habitação de interesse social: um estudo de caso no bairro do Alegre, em São Sebastião do Passé*. Salvador.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1988). *Norma NBR 7180 – Determinação dos limites de plasticidade.* Rio de Janeiro: ABNT.

Lengen, Johan Van. *Manual do Arquiteto Descalço*. Rio de Janeiro: Casa do Sonho, 2002.

Neves, Célia Maria Martins (1995). Inovações tecnológicas em construção com terra na Ibero-América. *Workshop. Arquitetura de Terra.* São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, LGP - Laboratório de Programação Gráfica da FAUSP, São Paulo,

Vargas, Milton (1977). *Introdução à mecânica dos solos*. Editora: Mc Graw-Hill do Brasil.

Curricula

Geraldo Bezerra Araújo, arquiteto (FAUFBA/UFBA, 1975), especialista em Geoprocessamento (FAUFBA/UFBA, 1996), mestre em Engenharia Ambiental Urbana (POLITÉCNICA/UFBA, 2009), professor adjunto do Departamento 2 da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia.

Emerson de Andrade Marques Ferreira, engenheiro civil (POLITÉCNICA/UFBA, 1981), mestre em Arquitetura (EESP/USP, 1991), doutor em Engenharia (EP/USP, 1998), professor titular do Departamento de Construção e Estruturas e docente do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da UFBA.

Sandro Fábio César, arquiteto (ARQ/UEL, 1986), mestre em Arquitetura (EESC/USP, 1991), doutor em Engenharia de Produção (EP/UFSC, 2002), professor adjunto do Departamento de Construção e Estruturas e docente do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da UFBA.

MÓDULO DE ELASTICIDAD DINÁMICO EN ESPECÍMENES DE ADOBE ESTABILIZADOS CON MINERALES

W. Martínez-Molina[1], E. M. Alonso-Guzmán[1], F. A. Velasco-Ávalos[1], A. A. Torres Acosta[2], F. Méndez Flores[3], C. Lara Gómez[1], H. L. Chávez García[1], J. A. Bedolla Arroyo[3]

1. Cuerpo Académico Consolidado CAC UMSNH-147 de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040

2. Facultad de Ingeniería, División de Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro México, 76010; Universidad Marista de Querétaro, Querétaro, México, 76000 e Instituto Mexicano del Transporte, SCT, Sanfandila, Querétaro, México, 76700

3. Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040

wmmolina@umich.mx, ealonso@umich.mx

Tema 3: Técnicas, Construcción, Investigación y Desarrollo
Palabra-clave: Adobe, estabilización, comportamiento de materiales

RESUMEN

Las construcciones patrimoniales de tierra del Reino Purhépecha en Michoacán, México, fueron construidas con piezas de arcilla sin recocer o adobes. Los adobes son piezas de arcilla adicionados con minerales, solventes y/o material orgánico. Las adiciones tienen como fin aglutinar el suelo, imprimiéndole cohesión, resistencia mecánica y durabilidad, no asociada con inmersión en agua.

La etnia Purhépecha asentada en Michoacán, se distinguió por ser un grupo guerrero y fuerte que defendía el paso entre centro y costa. Esta fortaleza física se observa también en sus construcciones patrimoniales, pero estas construcciones de adobe tienen dos características: están asentadas en casi todos los casos en suelos arcillosos, que son abundantes en la región, y están sujetas a coeficientes sísmicos importantes.

Las construcciones patrimoniales de adobe, sean religiosas o civiles, debido al medio ambiente, a sobrecargas, a solicitaciones sísmicas, a hundimientos diferenciales; presentan daños que deben ser resueltos desde diferentes puntos de vista como la Ciencia de los Materiales y la Ingeniería Estructural.

Para las revisiones en elementos verticales, es necesario conocer tanto la geometría del muro, como las solicitaciones a que estará sometida, estas revisiones tienen como valor fundamental el comportamiento elástico de las piezas de adobe.
El Módulo de Elasticidad dinámico permite conocer el comportamiento físico-mecánico de los materiales de manera no destructiva, pues las piezas tienen resistencias pequeñas. Este trabajo muestra los resultados obtenidos para el Módulo de Elasticidad dinámico en especímenes prismáticos, con diferentes mezclas de arcilla adicionadas con porcentajes de minerales naturales como el yeso.

1. INTRODUCCIÓN

Michoacán es un Estado de la República Mexicana que abarca el 3% de la superficie total del país. Está localizado en la costa pacífica, tiene 113 Municipios y su capital es Morelia, ciudad que es una de las 9 incluidas en la Lista de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, como ciudad colonial en México. Su centro histórico es el que tiene el mayor número de monumentos histórico-arquitectónicos, más de un millar, todos recubiertos de ignimbritas rosadas. Las ignimbritas provienen de las canteras aledañas a la ciudad, y

muchos monumentos fueron construidos como muros de tapial, arcilla empacando rocas, recubiertos de láminas de roca.
La abundancia mineral en Michoacán son las rocas ígneas extrusivas e intrusivas, así como los suelos montmorilloníticos. Los eventos volcánicos locales son el resultado de magmas félsicos, ricos en sílice con presencia de cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas sódicas, micas como la biotita, y a veces muscovita, y hornblenda.
Las ignimbritas son rocas producto de las eyecciones magmáticas que asolaron a la región: estos magmas tenían temperaturas cercanas a las 1000ºC y cuando emergieron bruscamente, sufrieron un choque térmico que las enfrió abruptamente evitando que se cristalizaran dando origen al vidrio volcánico.
El vidrio, como material imperfecto y sometido al meteorismo se metamorfizó en cristales, específicamente en arcillas. El intemperismo comprende procesos mediante los cuales las rocas son alteradas física y químicamente, de modo que se acercan más al equilibrio termodinámico con un nuevo conjunto de condiciones ambientales. Este proceso es la fuente de materias primas para las rocas sedimentarias como para la formación de suelos.
El intemperismo es un proceso que no cesa, su velocidad varía de un espacio a otro, incluso en un mismo material pétreo fluctúa por las diferencias en composición y estructura, resultando en un intemperismo diferencial.
El material más abundante en la corteza terrestre son los silicatos o compuestos de Si con O2 y substituciones de Al, Ca, Na en las aristas de las moléculas. Estas substituciones dan lugar a los diferentes grupos de arcillas entre los que se encuentran las Esmectitas [Mitchel, 1993] grupo al que pertenecen las arcillas jóvenes que presentan los mayores índices de expansión y contracción volumétrica. Una clasificación general de las arcillas es la de montmorillonitas, illitas, caolinitas, vermiculitas, nontronitas, halloysitas y cloritas [Dana, 1986; Atlas, 2005]. Las arcillas se describen como minerales sílico-alumínicos hidratados. Algunos átomos en los enlaces de los tetrahedos de sílice de las láminas de las montmorillonitas por procesos de hidrotermalismo, metamorfismo, metasomatismo y meteorismo, son substituidos por átomos cuyo número atómico es menor, pero estas substituciones dan por resultado menores índices de cambios volumétricos en presencia de humedad, tal es el caso de las arcillas jóvenes o montmorillonitas cuyos átomos de Fe y/o Al son substituidos por Ca, Na, K, dando lugar a las illitas y posteriormente a las caolinitas. Estas últimas, volumétricamente hablando, presentan mayores índices de estabilidad.
Los depósitos de limo o arcilla son típicamente más porosos, 50 a 70% de porosidad, que los de arena o grava, pero su permeabilidad es baja porqué los poros entre las partículas de arcilla son muy pequeñas y la atracción molecular entre éstas y el agua es grande [Wicander, 2000].
La ciudad de Morelia, Michoacán, México está localizada en la intersección del Cinturón Volcánico Mexicano, la Placa de Cocos, la continuación de la Falla de San Andrés, la Dorsal del Pacífico, las montañas de la Sierra Madre Occidental, con condiciones geológicas suficientes para la actividad volcánica que suministrará la materia prima de donde se transformarán los minerales primarios, como vidrio, feldespatos, óxidos, etc., en minerales accesorios como las arcillas.
El mejoramiento de las arcillas tiene como fin mantener o incrementar las propiedades físicas y mecánicas del material, alargar la vida útil, disminuir el mantenimiento de las construcciones de suelo, conservar las construcciones patrimoniales de arcilla y promover la construcción de edificaciones de tierra.
Los suelos son materiales minerales que pasan por la malla ASTM No 200, pueden ser de diferentes orígenes: polvo producto de disminución de tamaño, metamorfismo de roca

madre, disgregación de rocas. El origen será la causa de su comportamiento como material de construcción.
Algunos de los materiales que se han venido utilizando como adiciones para estabilizaciones de suelos son: cal, ácidos orgánicos, resinas, polímeros, cemento Portland, sales, asfaltos [Garnica Anguas, 2002], fibras animales y vegetales, líticos, yeso.
La costa del Pacífico en el Continente Americano es la parte joven del planeta. La última en emerger por violentos movimientos telúricos, entonces las arcillas presentes son minerales jóvenes del grupo de las Smectitas, específicamente Montmorillonitas. Alumino-Silicatos hidratados muy sensibles, higroscópicamente hablando, que presentan grandes cambios volumétricos en presencia de agua. La estructura cristalográfica laminar típica de estos minerales ha sido estudiada con diferentes técnicas entre las que se encuentran la Difracción de Rayos X, y al calcularse la distancia interlaminar entre las hojuelas de arcilla, se comprueba que dichos minerales tienen espacio geométrico para las moléculas de agua, pero al alojarse las moléculas de agua en las arcillas provocan que haya expansiones volumétricas que no pueden ser contenidas por las estructuras de las que forman parte, pero al mismo tiempo cuando esta estructura por cambios ambientales ya no contiene moléculas de agua en su estructura, se colapsará, es decir se contraerá volumétricamente, resultando en agrietamientos en la superficie, que deberán ser restaurados cotidianamente, en el caso del empleo de estos suelos como recubrimientos.
Los constructores trataron de controlar el problema de los agrietamientos con temperatura y horneado; las arcillas amasadas se secaban al sol para eliminar la humedad superficial y disminuir el gasto de combustible y posteriormente se horneaban para convertirlos en materiales cerámicos, estables volumétricamente, pero frágiles.
La producción de materiales de construcción cerámicos implica gasto de energía para el cocimiento, traducida en recolección de residuos orgánicos secos, retardando el avance constructivo: era más fácil y rápida la construcción de material crudo.
Los adobes presentan aislamiento térmico, óptico y acústico, no solo por su densidad sino por las dimensiones de su geometría: los adobes son piezas macizas que presentan espesores de mínimo 30 cm; requieren por tanto terrenos amplios para su empleo, las casas de los Purhépecha presentan una distribución específica, un corredor de entrada, habitaciones a los lados, patio y cocina; zonas donde se desarrollan muchas de sus actividades familiares y sociales. El adobe es un material de arcilla, arena, agua y algún aditivo estabilizador. Difundido y utilizado en todo el mundo desde hace miles de años. Su colado se hace en moldes de madera o de lámina de metal, con un peso promedio de unos 14 kilos. Tales que sean de fácil manejo para la persona que lo va a trabajar.
El adobe es un material de construcción económico, ya que los materiales que se utilizan para su elaboración suelen abundar en los alrededores evitando transporte innecesario de materia prima: a lo largo del tiempo ha demostrado ser buena respuesta ante las condiciones climáticas existentes. Presenta gran inercia térmica, sirviendo como regulador de la temperatura interna; en tiempo caluroso es fresco y es tibio durante el invierno.
El inconveniente que tiene este material es de no ser resistente a la lluvia ni a la humedad; hay que recubrirlo con una capa de barro como protección. También se puede hacer una mezcla de arcilla con cal, creando una mezcla pastosa, para así poderla aplicar sobre la superficie construida con adobe, y si hay agrietamiento, puede aplicársele arena al mortero de tierra para el relleno.





Figura 1 - muro de adobe desplantado sobre mampostería pétrea para impedir humedad capilar y dar pendiente a techumbres ligeras; Ucareo, Michoacán, México, (crédito W. Martínez Molina).
Figura 2 - inyección de lechada de cal en grietas de mampostería, (crédito J. A. Bedolla Arroyo).
Figura 3 - discontinuidad en muro de tierra, (crédito F. Méndez Flores).

Las construcciones de adobe son amigables con el entorno, pues no requieren energía térmica para su consolidación, basta con la radiación solar para el “secado” de las piezas; los consolidantes sí requieren energía, el yeso debe ser llevado a 163 ºC y que se produzca disociación; para el caso de la producción de cemento Portland se requieren temperaturas promedio de 1450ºC; la caliza requiere de temperaturas promedio de 850ºC para producir la cal; la energía calorífica necesaria se piensa en función de los residuos que se vierten a la atmósfera propiciando el problema del calentamiento global por las emisiones antropogénicas. Si algún elemento de tierra debe ser reconstruido, puede usarse la misma materia del que estaba hecho y simplemente remoldearse, hecho que no ocurre con otros materiales cerámicos que requieren de trituración previa, o no pueden reusarse por perder sus propiedades de adherencia.

Parcialmente, Michoacán está localizado en una zona de alta sismicidad, la energía liberada por los movimientos tectónicos debe ser absorta por los materiales constructivos que conforman las estructuras; entonces, el sentido común de los grupos étnicos que habitaban la zona, les indicó que para elaborar materiales cerámicos se requería mejor “tecnología” como hornos, temperatura y combustible. Muchas piezas se obtenían dañadas, además de presentar comportamiento frágil; la experiencia dictó continuar usando al antecesor de los materiales cerámicos que es el adobe, pero adicionado con diferentes estabilizantes volumétricos o con mezclas de ellos.
Las piezas de adobe son más elásticas que los materiales cerámicos de arcilla recocida. Por su geometría tienen mejor respuesta bajo solicitaciones horizontales; los muros de adobe no suelen ser esbeltos, ni formar parte de estructuras muy altas; pueden ser reparados fácil y económicamente, la materia prima abunda en la región, y el conocimiento empírico de los grupos étnicos que los empleaban, les enseñó a agregar diferentes aditivos orgánicos y minerales para estabilizar las arcillas.
En Michoacán existen construcciones de tierra en climas muy diferentes; las hay en zonas secas como los alrededores de Morelia, Charapan, Paracho; en zonas húmedas como la zona lacustre de Pátzcuaro y Uruapan; en zonas frías como Ciudad Hidalgo, Zitácuaro; en zonas costeras como Lázaro Cárdenas, Maruata y Coahuayana. En cada una de ellas se emplearon aditivos diferentes, regularmente los que abundaban en la región.
En zonas frías y altas, más de 1800 msnm, el aditivo predominante ha sido las ahujas de pino (huinumo); en la rivera de los lagos se ha usado arena fina (cantos rodados o

aluviales), un suelo rojo coloquialmente llamado charanda, residuos de caña de maíz o rastrojo, heces de ganado bovino y caballar, y por supuesto en casi todos los casos tienen residuos de yeso ($CaSO_4$) y/o cal ($CaCO_3$), no sólo como constituyente en las piezas, también como recubrimiento o mortero de suelo. El yeso mejora la plasticidad y las propiedades mecánicas en los adobes, estabiliza el volumen. El yeso empleado en este trabajo es de grado industrial, el yeso es un β sulfato de calcio hemihidratado ($\beta CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$) [Olguín, 2008] así como la cal, grado industrial, que ha sido ampliamente reportada en la literatura como estabilizante de suelos.
Las arcillas han sido empleadas como materia prima con diferentes fines, en el campo de la ingeniería civil existe un Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) donde pueden clasificarse a los suelos como materiales expansivos o arcillas y materiales "inertes" o limos, y dentro de cada uno hay diferentes grados: de baja y alta compresibilidad.
Las arcillas que nos ocupan provienen de Santiago Undameo, un banco en las inmediaciones de Morelia, Michoacán, esta población se ha distinguido por su producción de adobes y ladrillos. La materia prima aflora en casi toda la superficie del poblado en espesores de hasta 50 m, como se observa en las imágenes.



Figura 4 - Banco de arcilla en la comunidad de Santiago Undameo Michoacán, México.
Figura 5 - muestreo de la arcilla en el banco.
(créditos: M. A. Olguín Domínguez).

Se calcula que un 30% de la población mundial, aún vive en casas hechas de tierra, barro o bajareque. Por lo que en América no hemos sido la excepción de las construcciones en adobe. En Perú existió la ciudad de Chan Chan perteneciente a la cultura chimú (1200-1480 d.C.), considerada como la ciudad más grande de América construida de adobe.
En la actualidad, países como España, México, Argentina Chile y tierras semidesérticas de África, las construcciones se suelen cubrir con una capa del mismo material con el que elaboran los adobes.

2. EXPERIMENTACIÓN

La materia prima, arcilla, se muestreó en el Banco, trasladándose al Laboratorio de Materiales "Ing. Luis Silva Ruelas" de la Facultad de Ingeniería Civil. La muestra se extendió y secó al sol, para desbaratar los terrones. Se cuarteó para disminuir el tamaño y realizar por triplicado las pruebas de caracterización.
Inicialmente se realizaron las pruebas del SUCS para clasificar el suelo. Con el suelo clasificado se enviaron a Difracción de Rx.
La estabilización se realizó en porcentajes de adición en peso. Las adiciones fueron de yeso y de cal, los porcentajes de estabilizante variaron de 2, 4, 6, 8 y 10 por ciento, para cada uno, obteniéndose los Límites de Atterberg para cada adición. Las adiciones que

presentaron el mejor comportamiento cohesivo para la elaboración de especímenes y con mejor presentación estética fueron, para el yeso 4 y 6%, para cal el 2%. Sólo con estas adiciones se elaboraron los especímenes de pruebas mecánicas.
Todos los valores se compararon contra la muestra testigo de arcilla sin estabilizar. Más del 50 % de los especímenes no pudieron utilizarse, la mayoría se fracturaban y desmoronaban. El agua se adicionó en todos los casos hasta lograr un porcentaje de trabajabilidad de alrededor del 90%, cuantificado en la mesa de fluidez.
Los diferentes especímenes para obtener las propiedades físicas y mecánicas se elaboraron según las normas existentes para elaboración y caracterización mecánica de morteros.
Para las pruebas destructivas: se elaboraron briquetas para obtener la resistencia mecánica bajo solicitaciones de tensión simple, f_T, en la Máquina Michaellis, las briquetas no requieren de ninguna preparación posterior al fraguado para colocarse en las abrazaderas del equipo. La resistencia a compresión simple, f'c, se obtuvo de las pruebas en cubos de 5 cm de arista, el equipo fue la Máquina Universal de Pruebas Tinius Olsen de 50 ton de capacidad y 1 kg de aproximación. La carga se distribuyó uniformemente con arena sílica que pasa malla 16 y se retiene en malla 30. Finalmente en vigas de 4cm x 4cm x 16 cm se realizaron las pruebas de módulo de flexión o módulo de ruptura, M_R, método de carga aplicada en el tercio medio y vigas simplemente apoyadas, la Tabla 1 indica la Norma, dimensión y solicitación a los especímenes.
El Módulo de Elasticidad dinámico, E_d, se obtuvo con el método de vibración ultrasónica, método no destructivo, previo a la solicitación de flexión o módulo de ruptura. El equipo empleado fue un Grindosonic, con el software Emod, del Departamento de Materiales Cerámicos del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la propia Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. No fue posible obtenerlo para los especímenes estabilizados con cal, muchos los prismas se fracturaron.
Los resultados incluidos aquí son los de los porcentajes que presentaron el mejor comportamiento físico y mecánico, como se indica en las Tablas 2 y 3.
Se incluyen los resultados de morteros de suelo encontrados en el ExConvento de San Juan Bautista Tiripetío, como guía de los diferentes estabilizantes que se han usado y con los cuales se continuará experimentando.

3. RESULTADOS

Tabla 1 - Solicitaciones Mecánicas, elaboración de especímenes.

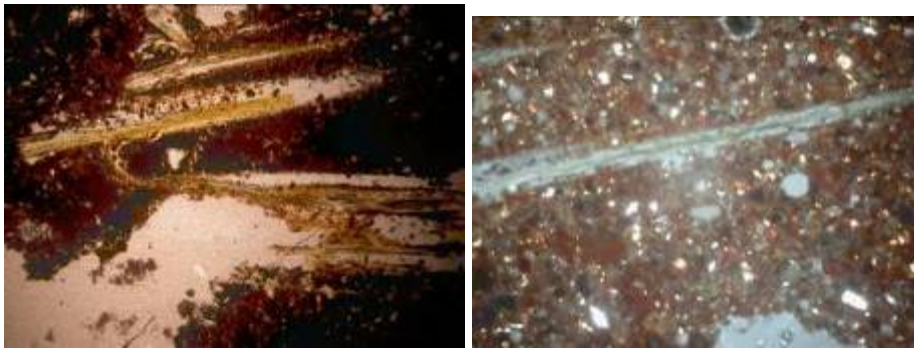
Solicitación	Estándar	Dimensión espécimen
Compresión fc	ASTM C109-63-2000	5 cm x 5 cm x 5 cm
Tensión f_t	ASTM C190-59-2000	¾" x 1 ½" x 4"
Flexión f_f	ASTM C78-2000	4 cm x 4 cm x 20 cm

Tabla 2 - Adición de estabilizantes, Yeso ó Cal, su efecto sobre los Límites de Atterberg.

Límites		Yeso					Cal				
Atterberg	Testigo	2%	4%	6%	8%	10%	2%	4%	6%	8%	10%
LL	49.94	52.97	55.2	47.5	54.9	55.7	45.7	44.5	45.71	49.6	50.75
LP	15	15.5	13.3	19.8	18.3	25.8	23.6	3.2	31.1	29	35.8
IP	34.9	37.5	41.9	27.7	36.6	29.9	22.1	41.3	14.7	20.6	14.9
LC	11.99	9.75	14.98	16.05	12.56	14.18	14.1	19.9	22.04	23.55	30.36
CL	13.1	15.3	15.8	15	14.5	16.1	12.9	9.6	7.8	7	6.7

Tabla 3 - Resumen de solicitaciones mecánicas a especímenes.

Estabilizante	Esfuerzo de Compresión (kg/cm2)		
	Máximo	Mínimo	Media
Testigo	26.14	31.32	29.82
4% Yeso	47.44	39.36	51.39
6% Yeso	81.78	13.02	49.15
2% Cal	5.2	2.26	3.28
	Esfuerzo de Tensión (kg/cm2)		
Testigo	4.77	4.01	4.22
4% Yeso	15.08	9.13	8.57
6% Yeso	11.74	0.43	8.61
2% Cal	0	0	0
	Esfuerzo de Flexión (kg/cm2)		
Testigo	36.96	4.57	19.83
4% Yeso	66.92	11.18	41.41
6% Yeso	60.52	3.85	43.87
2% Cal	0.7	0.34	0.5
	Módulo Elasticidad dinámico (kg/cm2)		
Testigo	5970	2380	3215
4% Yeso	4330	3820	4045.5
6% Yeso	24225	5020	16536.3



Figuras 6 y 7 - Fotomicrografías de Adobes del ExConvento de San Juan Bautista Tiripetío, Michoacán, México, Primera Escuela de Altos Estudios de América. Microscopía de Luz Polarizada Transmitida en Microscopio Petrográfico, Secciones Delgadas elaboradas en la Universidad Autónoma de Barcelona, España, Descripción cortesía del Dr. Aurelio Álvarez y Pérez, Proyectos AECID A/010109/07 y A/016426/08. Fotografía 6, 4x NP Detalle de las fibras vegetales.
Fotografía 7, 4x NC Aspecto de la carga. Pequeños granos de cuarzo, feldespato y augita, todos ellos de tamaño muy fino.





Figura 8 - Campanario Iglesia Santiago de Tupátaro, Michoacán, México; Templo cuyo artesonado de madera se encuentra decorado con pasajes bíblicos.
Figura 9 - Muro en Cuanajo, Michoacán, México, se observan los estratos de las diferentes etapas constructivas y de conservación realizadas (Crédito: W. Martínez Molina).

3. CONCLUSIONES

La adición de cal produjo, en todos los casos, una pérdida en la intensidad del color que desde el punto de vista estético no sugiere su uso en rellenos exteriores, mientras que la adición de yeso no provoca tal cambio en el color, sin embargo la cal es menos propensa al daño en presencia de agua.
En muchos casos las piezas de adobe fueron estabilizadas con yeso y cal, pero los exteriores solo se recubren con mezclas de arcilla-cal. Las adiciones de líticos finos, como se observa en las Fotografías 8 y 9, quizá aumenten la durabilidad de los adobes; las adiciones de fibras vegetales suelen degradarse en climas húmedos.
Las mezclas de adiciones minerales y orgánicas que emulan las piezas originales deben continuar realizándose para encontrar la mayor vida útil y preservar el incontable patrimonio monumental construido con tierra en Michoacán y México.

Las correlaciones entre los valores de las solicitaciones mecánicas son mayores que los valores que reporta la bibliografía para materiales rígidos o cerámicos, por ejemplo para el caso del concreto hidráulico se informa que: f_T = 10% f'c, M_R = 15-20% f'c y E_d = 10 000 √f'c, mientras que para materiales elásticos como las piezas de tierra, los valores encontrados en esta investigación fueron: f_T = 14 a 17.5% f'c, M_R = 66 a 90% f'c y E_d = 1.2 a 1.6 √f'c.

Los materiales elásticos como las piezas de tierra no rigidizados al extremo, permiten mejor comportamiento en situaciones no excesivas de hundimientos diferenciales, solicitaciones horizontales, sobrecargas, así mismo su restauración, conservación y reparación no implican grandes erogaciones.

Tabla 4 - Resumen Valores aproximados de las relaciones directas en porcentaje de las solicitaciones de Tensión, Flexión y Módulo de Elasticidad Dinámico en función de la Resistencia de Ruptura a la Compresión.

Material	Tensión/Compresión	Flexión/Compresión	Módulo Elasticidad Dinámico/Compresión
Testigo Arcilla sin adiciones	14.12	66.53	1.9 f'c^1/2
Arcilla con 4% Yeso	16.68	80.56	1.24 f'c^1/2
Arcilla con 6% Yeso	17.52	89.26	2.62 f'c^1/2
Concreto Hidráulico	6 a 10	15 a 17	10 000 f'c^1/2

Este trabajo continúa experimentando con las mezclas de aditivos a las arcillas. También en la búsqueda de bancos de arcilla cercanos a los sitios de construcciones patrimoniales, como la Ruta de los Templos Hospital, construidos por Don Vasco de Quiroga en la zona lacustre de Pátzcuaro, México.

BIBLIOGRAFÍA.

Atlas Ilustrado de Minerales (2005). Ed. Susaeta, ISBN 84-305-4870-X, España, 34-37

American Society for Testing and Materials (2000b). Section Four, Construction; Cement, Lime and Gypsum, Volume 04.01, EEUU

DANA, E. S. and W. E. Ford, (1986).*Tratado de Mineralogía*. Editorial CECSA, 16ª Impresión, México, pp. 741-745.

DEER, W. A., R, HOWIE A., ZUSSMAN J. (1996). *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*. Ed. Longman Scientific and Technical, Second Edition, ISBN 0-582-30094-0, UK, pp. 352-383

ANGUAS Garnica P., SALAZAR A. Pérez, LÓPEZ J. A. Gómez, BEIZA E. Y. Ovil (2002). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres*. Publicación Técnica 201 Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sanfandila, Querétaro, México, ISSN 0188-7297, p. 25.

LEET, D. L., JUDSON S. (2000). *Fundamentos de Geología Física.* Editorial Limusa, Decimonovena Reimpresión, México, ISBN 968-18-0475-9, pp. 55-84.

MITCHEL, J. K. (1993). *Fundamentals of Soil Behavior*. John Wiley and Sons Incorporated, EEUU, ISBN 0-471-85640-1, pp. 30-40.

DOMÍNGUEZ Olguín, M. A. (2008). *Efectos mecánicos de la estabilización volumétrica de montmorillonita con CaSO4.* Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, pp.13-80.

WICANDER, R, MONROE J. S. (2000). *Fundamentos de Geología*. International Thompson Editores, ISBN 970-686-024-X, México, pp. 113-289

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la disponibilidad de los Ingenieros M. A. Olguín Domínguez y M. C. Moralez Garibay para la cuantificación de las propiedades de los suelos. También el soporte financiero de la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de

Hidalgo con los proyectos 12.4 y 12.5, el soporte financiero del Proyecto de Ciencia Básica de CONACYT 59999 y los resultados de la Drx y la Petrografía por parte de los Proyectos AECID A/010109/07 y A/016426/08.

Currículos

W. Martínez-Molina, CAC-UMSNH-147, Facultad de Ingeniería, División de Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro México y Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

E. M. Alonso-Guzmán, CAC-UMSNH-147, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México y Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

F. Velasco-Ávalos, CAC-UMSNH-147, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

A. A. Torres Acosta, Facultad de Ingeniería, División de Posgrado, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro México; Universidad Marista de Querétaro, Querétaro, México; Instituto Mexicano del Transporte, SCT, Sanfandila, Querétaro, México.

C. Lara Gómez y H. L. Chávez García, CAC-UMSNH-147, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

F. Méndez Flores y J. A. Bedolla Arroyo, Doctorantes del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES EM TERRA

Fernando Torgal
Unidade de Investigação C-TAC (Grupo de Construção Sustentável)
Universidade do Minho - Campus de Azurém, 4800-058 GUIMARÃES
Telf. (+351) 253 510 200; E-mail: torgal@civil.uminho.pt

Said Jalali
Departamento de Engenharia Civil
Universidade do Minho - Campus de Azurém, 4800-058 GUIMARÃES
Telf. (+351) 253 510 200; E-mail: said@civil.uminho.pt

Tema 3: Técnicas, Construção e I&DT
Palavras-Chave: Construção em terra, ensaios, durabilidade.

Resumo
As preocupações ambientais com que se confronta a sociedade actual fazem com que seja urgente repensar as actuais tecnologias construtivas tornando imperativas novas e mais sustentáveis formas de habitar. Neste contexto a construção em terra, reassume um papel que já antes teve e que infelizmente perdeu por força das inovações tecnológicas mas fundamentalmente pelo facto deste tipo de construção estar associado a populações com baixos níveis de rendimentos. Aquilo que se conhece em termos da durabilidade das construções em terra, resulta da constatação de que algumas construções em terra conseguiram perdurar durante dezenas e até centenas de anos, também do comportamento daquelas construções em ensaios de envelhecimento acelerado e mais recentemente da monitorização de troços experimentais de alvenarias de terra construídas para o efeito há algumas dezenas de anos atrás. A avaliação da durabilidade das construções em terra, pode ser efectuada de forma indirecta através da análise da resistência à compressão ou da sua permeabilidade, também com ensaios de desgaste ou de impacto mecânico ou mesmo de queda de água gota a gota. Um outro conjunto ensaios que permitem uma simulação da erosão em modo acelerado, respeitam à utilização de jactos de água. Ao longo dos últimos 50 anos diversos investigadores desenvolveram e utilizaram diversas variantes de ensaio de caracterização da durabilidade da construção em terra, os quais são objecto de apresentação no presente artigo.

1. INTRODUÇÃO

Até há bem pouco tempo, falar da construção em terra em Portugal, seria falar de uma construção utilizada num passado mais ou menos distante por franjas populacionais de fracos recursos económicos, que na impossibilidade de conseguirem adquirir materiais modernos como o aço, o cimento ou o tijolo, mais não lhes restava que utilizarem aquilo que a natureza fornecia de forma gratuita. Infelizmente e embalados por essa errónea convicção, esquecemo-nos de procurar justificações racionais, para o facto de países economicamente muito mais folgados do que o nosso, como a França ou a Alemanha, se terem empenhado há já algum tempo em valorizar e fomentar a construção em terra.

Na verdade, não existem quaisquer argumentos que não sejam os de ordem estritamente cultural que possam justificar a forma como depreciativamente olhamos para a construção em terra no nosso país. O panorama atrás descrito começou já felizmente a mudar, sendo hoje visíveis muitos exemplos no Alentejo e Algarve, que evidenciam um ressurgimento da construção em terra. Para além do caso da Câmara Municipal de Odemira que desde 2005 baixou substancialmente as taxas para a construção das habitações em taipa, ou mais recentemente o caso da Câmara Municipal de Vilamoura que este ano iniciou a construção de duas Escolas Básicas com alvenarias de adobe, juntam-se ainda vários empreendimentos turísticos junto da

Costa Vicentina e também várias moradias unifamiliares um pouco por todo o Sul do país. No entanto e comparativamente às centenas de milhares de fogos que caracterizam o parque habitacional Português, a construção em terra representa ainda uma percentagem tão reduzida que praticamente não tem expressão estatística.

Para além de vantagens várias relativamente á construção tradicional, como por exemplo ser menos propensa a doenças do foro respiratório, apresentar menor poluição e menor geração de resíduos, a construção em terra apresenta ainda vantagens em termos de poupanças energéticas substanciais, pelo que se torna assim evidente a necessidade de incentivar este tipo de construção, o qual passa no presente artigo pela analise dos ensaios que permitem inferir da sua durabilidade ao longo do tempo.

2. DURABILIDADE DA CONSTRUÇÃO EM TERRA

A palavra durabilidade provém do latim *durabilis,* que significa aquilo que é durável ou seja que perdura através do tempo. Contudo um material de construção, só pode considerar-se como sendo dúravel, quando consegue manter ao longo do tempo (vida útil), a sua capacidade de resistência à acção de forças e a sua integridade estrutural mesmo após ser sujeito a fenómenos de degradação mecânicos, físicos e químico quando colocado em serviço, quer por acção ambiental ou decorrente da actividade humana.

Aquilo que se conhece em termos da durabilidade das construções em terra, resulta da constatação de que algumas construções em terra conseguiram perdurar durante dezenas e até centenas de anos, também do comportamento daquelas construções em ensaios de envelhecimento acelerado e mais recentemente da monitorização de troços experimentais de alvenarias de terra construídas para o efeito há algumas dezenas de anos atrás.

O principal mecanismo responsável pela erosão das paredes de terra, tem que ver com a energia cinética do impacto das chuvas nas paredes feitas com aquele material (Heathcote, 1995, p.185). Este facto justifica, o pior comportamento das paredes de terra orientadas a Sul, direcção que está associada a chuvas com uma componente horizontal devida ao vento. Este autor sugere que a aferição da durabilidade de blocos de adobe, seja feita com recurso ao rácio resistência mecânica húmida/resistência mecânica em seco. Ogunye e Boussabaine (2002, p.163) referem que a chuva nem sempre tem um efeito erosivo nas paredes de terra, o que só sucede para intensidades a partir de 25mm/min.

Parte da elevada durabilidade das construções em terra, está associada à utilização de solos estabilizados com cimento ou cal e ou utilização de revestimentos que impeçam ou minimizem as patologias associadas à acção da água (Ngowi, 1997, p.1). Também Isik et al. (1999), referem que a forma mais eficaz para se conseguir um aumento da durabilidade dos adobes, passa pela sua compactação e a sua estabilização com aditivos. Soares et al. (2004,p.51), referem o caso de uma habitação em zona de elevada pluviosidade com paredes monolíticas em solo-cimento compactado, cuja vistoria após 1 ano revela não haver fissuração de paredes nem presença de humidades.

Bahar et al. (2004, p.811) estudaram adobes executados com areias argilosas do Leste da Argélia, revelando que um aumento da adição do teor de cimento de 5% para 20%, conduz a uma redução na permeabilidade à agua de $14x10^{-8}$ m/s, para $0,27x10^{-8}$ m/s, o que comprova a influência da estabilização na durabilidade deste material. Estes autores referem que os ensaios de envelhecimento acelerado conduziram à ruína total dos adobes executados com solo não estabilizado.

Achenza & Fenu (2006, p.21) observaram que a utilização de polímeros naturais contribui para o aumento da durabilidade da construção em adobe, pelo facto da sua adição aumentar a resistência à acção da água. Estes autores afirmam que blocos de adobe estabilizados com polímeros naturais, mantém a sua integridade após 8 dias de imersão em água, sendo que os blocos não estabilizados se desintegram imediatamente após a imersão. Também observaram que blocos estabilizados com $40\times20\times10cm^3$, expostos durante 2 anos a um regime de chuva mediterrânico, não evidenciaram sinais de erosão.

Guettala et al. (2006,p.119), estudaram o desempenho de paredes de adobe com solo à base de caulinos e ilites, aditivado com diferentes estabilizadores (cimento, cal, cimento+cal, cimento + resinas). As paredes foram sujeitas a condições climáticas naturais no território Argelino e compararam-no com o comportamento do mesmo material, quando sujeito a ensaios para avaliação da durabilidade em contexto laboratorial. Estes autores referem que as paredes feitas com adobes aditivados, sujeitam a condições climáticas naturais, não apresentaram qualquer sinal de deterioração após 4 anos. Referem também que a maioria dos ensaios de caracterização da durabilidade, apresentam uma acção erosiva extremamente severa não reproduzindo de forma fidedigna as condições climáticas naturais. O melhor desempenho foi obtido nas misturas de solo+resinas, contudo estas apresentam o inconveniente de terem um custo muito elevado (8 vezes superior ao cimento).

Outros autores, avaliaram o desempenho de 104 troços de paredes de taipa com e sem estabilização, expostos durante 20 anos a condições climáticas naturais (Figura 1).



Fig.1 - Troços de paredes de taipa expostos durante 20 anos aos agentes atmosféricos: a) Parede em terra estabilizada com 5% de cal; b) Parede em terra sem estabilização (solo misturado); c) Parede em terra sem estabilização (Créditos: Bui et al., 2008, p.912).

O solo utilizado continha 16% de fracção argilosa (Ilite-40%, Caolinite-20% e Esmectite-40%) e os seus limites de consistência eram respectivamente Limite de liquidez=27%, Limite de plasticidade=19% e Indice de Plasticidade=8. Os mesmos autores referem que a a erosão média dos troços de paredes de taipa foi de 2mm (5% da espessura da parede). Sendo que essa erosão era de 6,4 mm (1,6% da espessura da parede), no caso das paredes estabilizadas com 5% de cal hidráulica. Resultados cuja extrapolação aponta para uma vida útil de 60 anos para as paredes de taipa com solo não estabilizado, o que permitirá dispensar o uso de revestimentos. Por outro lado, a utilização de solo não estabilizado, permite ainda a sua reciclagem integral.

Atzeni et al. (1993,p.564) refere que a utilização de 2% por massa de cimento de um polímero acrílico, obtido por dispersão de 30% em água, permite reduções efectivas da capilaridade do solo estabilizado com cimento. Heathcote (1995,p.185) sugere um valor entre 0,33 a 0,50 para o rácio da resistência húmida (terra em estado saturado) versus resistência em seco (Rh/Rs), como um valor aceitável dependendo da severidade da chuva na zona em causa.

Alguns autores analisaram a resistência à compressão de troços de paredes de taipa ($108\times16\times63cm^2$), estabilizados com 6% de cimento, os quais foram imersos em água durante 24 e obtiveram valores para o rácio Rh/Rs entre 0,46 a 0,64 (Tabela 1).

Tabela 1 - Rácio (Rw/Rs) em Paredes de Taipa
(Créditos: Jayasinghe, Kamaladasa, 2007,p.1971)

Solo	Cimento (%)	Rh (MPa)	Rs (MPa)	Rh/Rs
Solo lateritico	6	1,3	2,03	0,64
Solo argiloso	6	0.85	1,82	0,46

3. ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DE DURABILIDADE

A avaliação da durabilidade das construções em terra, pode ser efectuada de forma indirecta através da análise da resistência à compressão ou da permeabilidade, também com ensaios de desgaste ou ao impacto mecânico ou de queda de água gota a gota (Tabela 2).

Tabela 2 - Avaliação da Durabilidade das Construções em Terra
(Créditos: Heathcote, 2002).

Ensaio	Tipos de ensaios		
	Indirectos	Simulação	Erosão acelerada
Resistência à compressão	x		
Resistência superficial	x		
Permeabilidade	x		
Desgaste	x		
Queda de água gota a gota	x	x	
Jacto de água			x

Um outro conjunto ensaios que permitem uma simulação da erosão em modo acelerado, respeitam à utilização de um jacto de água (Heathcote,2002). É obviamente discutível que os ensaios de desgaste e de queda de água não sejam no entender do autor referido, considerados como ensaios de desgaste acelerado.

Ensaio “Geelong Test” - Entre os ensaios de erosão para provetes de terra, o ensaio Geelong foi especificamente concebido para provetes de adobe (Walker,2000,p.176). No entanto Brito (2008,p.36) refere a possibilidade da sua utilização em provetes de taipa com 300×300×125mm. O ensaio consiste em fazer cair sobre um provete inclinado 30º, uma determinada quantidade de água, gota a gota, de uma altura de 400mm com recurso a um feltro embebido num recipiente de água. O ensaio termina quando o volume de água pingada for de 100ml, o que deve acontecer ao fim de 30 minutos (Nzs 4297 e Nzs 4298, 1998). O grau de erosão é dado pela profundidade do desgaste provocado pela queda da água no bloco de terra, sendo que para profundidades superiores a 15mm se considera que os provetes devem ser rejeitados. Achenza e Fenu (2006, p.21) utilizaram o “Geelong Test” em provetes de terra estabilizados com polímeros naturais, não tendo aqueles revelado qualquer desgaste. Estes autores observaram uma profundidade do desgaste de desgaste de 2mm, quando os provetes foram sujeitos novamente ao mesmo ensaio.

Ensaio acelerado de erosão SAET - O ensaio consiste em deixar cair um fio de água durante 10 minutos, sobre um provete inclinado a 30º, a partir de um reservatório a 1500 mm da superfície do provete. Os resultados do desgaste são obtidos a partir da profundidade de desgaste provocada pela queda de água, sendo que os provetes com uma profundidade de desgaste superior a 30mm são considerados não aptos. Relativamente aos ensaios de erosão acelerada, que passam pela aplicação de um jacto de água contra os provetes de terra, foram desenvolvidas nos últimos 50 anos diversas variantes para o efeito que se apresentam na Tabela 3.

Tabela 3 - Ensaios de Erosão Acelerada com Jacto de Água
(Créditos: Maniatidis, Walker, 2003).

	Distância (mm)	Pressão (kPa)	Jacto	Tempo (minutos)
Israel (Cytryn, 1955)	250 vert.	50	Spray	33
Austrália - CSIRO	470 vert.	50	Spray	60
Dep. Housing Washington	175 hor.	137	Chuveiro	120
Norton	180 hor.	137	Chuveiro	120
Houben & Guillaud	200 hor.	140	Chuveiro	120

Ensaio acelerado de erosão Bulletin 5 - Este ensaio foi desenvolvido na Austrália no início da década de 80 e tem o nome do documento onde estava incluído. O ensaio consiste na aplicação de um jacto de água horizontal a uma pressão de 50 KPa (o que corresponde a uma velocidade de 10 m/s), durante 1 hora ou até o grau de erosão atravessar o provete (Figura 2a). A cada período de 15 minutos interrompe-se o teste para medir a profundidade da erosão. A profundidade da erosão ao fim uma hora é expressa em mm por minuto. Heathcote& Moore (2003), afirmam no entanto que este ensaio não reproduz a acção da chuva pois o seu efeito é muito intenso e localizado deixando buracos nos provetes (Figura 2b).



Fig. 2. Ensaio acelerado de erosão Bulletin 5:
a) Ensaio; b) Provete erodido (Créditos: Heathcote e Moore, 2003)

Ensaio acelerado de erosão - University of Technology Sydney (UTS) - O ensaio UTS levado a cabo por Heathcote e Moore (2003), é um aperfeiçoamento do ensaio Bulletin 5, que embora utilizando um pressão de água superior produz um efeito erosivo mais distribuído em virtude da utilização de um tipo especifico de chuveiro (Figura 3).



Fig. 3. Ensaio acelerado de erosão UTS (Créditos: Heathcote & Moore, 2003)

Estes autores sugerem que com este ensaio, pode estimar-se a profundidade da erosão sofrida pela parede durante uma vida útil de 50 anos, que será igual ao dobro da obtida no ensaio durante 120 minutos. Minke (2007,p.89) sugere um ensaio de erosão acelerado que permite o ensaio de 6 provetes em simultâneo, com recurso a mangueiras de 6mm de diâmetro e uma velocidade de 3,24 m/s, que segundo o autor pretende simular as condições de chuva mais severas na zona Europeia. Este autor afirma que para o ensaio referido, bastam 4 minutos para iniciar a erosão num solo estabilizado, sendo necessários 60 minutos para produzir a mesma acção num solo estabilizado. Refere ainda que solos estabilizados com 6% de óleo de linhaça sujeitos ao ensaio de erosão acelerado não mostraram qualquer sinal de erosão mesmo após 7 dias de ensaio.

Durabilidade a ciclos gelo-degelo - O principal procedimento experimental usado para aferir o desempenho das construções de alvenaria de taipa estabilizadas com cimento é a especificação ASTM D560 . Neste ensaio submetem-se provetes saturados de taipa a 12 ciclos de gelo/degelo. Após cada ciclo de degelo é feita a remoção das partículas soltas e no fim do ensaio avalia-se a percentagem de perda de massa, se esta for inferior ao valor especificado os provetes são considerados aptos (Maniatidis e Walker, 2003).

4. CONCLUSÕES

O presente artigo aborda os diversos ensaios de previsão da durabilidade da construção em terra. Sendo a energia cinética do impacto das chuvas nas paredes feitas com aquele material o principal mecanismo responsável pela degradação das paredes de terra, surge como facto natural que os ensaios de avaliação da durabilidade mais relevantes, tentem simular a acção da chuva nas paredes de terra.

Bibliografia

Achenza, M.; Fenu, L. (2006) On earth stabilization with natural polymers for earth masonry construction. *Materials And Structures* 39. Nanterre: Editora Springer, pp. 21-27.

Atzeni, C., Massidda, L; Sanna, U. (1993) Technological properties of earth-based construction materials treated with cement or acrylic polymer. *7ª Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura em Terra*. Lisboa: DGEMN, pp 564–568

Bahar, R.; Benazzoug, M.; Kenai, S. (2004) Performance of compacted cement-stabilised soil. *Cement & Concrete Composites* 26. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.811-820.

Brito, J. (2008) Ensaios expeditos e de campo para selecção de terra para a execução de taipa. 4ª Parte. Características do solo para a execução de taipa – 4ª Parte. *Revista Construção Magazine.* Porto: Editora Publindustria pp.36-37.

Bui, Q.B.; Morel, J.C.; Venkatarama, B.V.; Ghayad, W. (2008) Durability of rammed earth walls exposed for 20 Years to natural weathering. *Building And Environment* 44. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp. 912-919.

Guettala, A.; Abibsi, A.; Houari, H. (2006) Durability study of stabilized hearth concrete under both laboratory and climatic conditions exposure. *Construction And Building Materials* 20. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.119-127.

Heathcote, K.A. (1995). Durability of earthwall buildings. *Construction And Building Materials* 9. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.185-189.

Heathcote, K.A. (2002) An Investigation into the erodibility of earth wall units. Phd Thesis, University of Technology Sydney.

Heathcote, K.; Moore, G. (2003) The UTS durability test for earth wall construction. Www.Dab.Uts.Edu.Au/Ebrf/Research/Leipzig-Paper.Doc

Isik, B.; Ozdemir, P.; Boduroglu, H. (1999) Earthquake aspects of proposing gypsum stabilized earth (Alker) Construction for housing in the South East area of Turkey. *Worshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management*, Ankara.

Jayasinghe, C.; Kamaladasa, N. (2007) Compressive strength of cement stabilized rammed earth walls. *Construction And Building Materials* 21. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.1971-1976.

Maniatidis, V.; Walker, P. (2003) A Review of rammed earth construcion. University of Bath.

Minke, G. (2007) Building with earth – 30 Years of research and development at the University of Kassel. T1a *Cesb 07 Conference*, Prague, pp.89-98.

Ngowi, A. (1997) Improving the traditional earth construction: A case study in Botswana. *Construction And Building Materials* 11. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.1-7.

Nzs 4297 (1998) New Zealand Standards, Engineering design of earth buildings. New Zealand.

Nzs 4298 (1998a) New Zealand Standards, Material and Workmanship for earth buildings. New Zealand.

Ogunye, F.O.; Boussabaine, H. (2002). Diagnosis of assessment methods for weatherability of stabilized compressed soil blocks. *Construction And Building Materials* 16. Amsterdam: Editora Elsevier B.V., pp.163-172.

Soares, J.; Tomazetti, R.; Pinheiro, R. (2004) Habitação em paredes monolíticas de solo-cimento. *Teoria e Prática da Engenharia Civil* 5. Rio Grande: Editora Dunas, pp.51-57.

Walker, P. (2000) Review and experimental comparison of erosion tests for earth blocks. In: Terra 2000, *8th International Conference on the study and conservation of earthen architecture.* ICOMOS, Torquay, Uk, pp.176-181.

Curriculum

Fernando Pacheco Torgal, Engenheiro Civil (FCT/U.Coimbra, 1993), Projectista e Director de Obras (1993-2003), Mestre em Engenharia Civil (FCT/UCoimbra, 2002), Doutor em Engenharia Civil (UBI, 2007), Investigador na Unidade C-TAC da Universidade do Minho, autor de aprox.100 artigos publicados em revistas e actas de conferências.

Said Jalali, Engenheiro Civil (U.Teerão, 1969), Projectista e Director de Obras (1969-1984), Mestre em Engenharia Civil (FCT/U.Nova, 1985), Doutor em Engenharia Civil (U.Coventry, 1991), Professor Catedrático na Universidade do Minho, autor de aprox.180 artigos publicados em revistas e actas de conferências.



Arquitectura Vernácula e Contemporânea



O ARQUIVO MUNICIPAL DE FERREIRA DO ALENTEJO EDIFÍCIO PÚBLICO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Edeltraud Vera Schmidberger
SLA – Schmidberger & Lobo Antunes, Arquitectos Associados, Lda.
Rua Professor Veiga Ferreira, 4A / 1600-800 Lisboa, Portugal
Tel.Fax: (+351) 217 575 945 sla@sapo.pt

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-chave: construção eco-eficiente com taipa, adobe, argamassas e rebocos de terra

Resumo

Este artigo é uma breve reflexão sobre a utilização da terra crua na arquitectura contemporânea, apresentando alguns dos princípios da construção ecológica que se concretizam no uso deste material natural na edificação.

O caso da construção do edifício do Arquivo Municipal de Ferreira do Alentejo, aponta claramente para os pontos mais frágeis do mercado da construção civil em Portugal, quando se trata da realização de um edifício de cariz sustentável com a utilização de materiais de construção à base de terra crua.

O edifício foi executado com a utilização de adobes em todas as paredes interiores e na face interior das paredes exteriores. Existem ainda duas paredes de taipa à vista, que apoiam o sistema de ventilação natural para além de estabilizarem o clima interior com a sua elevada inércia térmica. O ar que circula por detrás destas paredes, é naturalmente arrefecido no verão e temperado no inverno. Este sistema é baseado na circulação de ar por meio de chaminé solar com elevada inércia térmica. Os rebocos foram preparados em obra à base de pastas de terra e de terra e cal hidratada conforme ensaios preparados pelo Projectista.

Apesar do Projecto ser elaborado antes da entrada em vigor do D.L. nº 80/2006 de 4 de Abril (RCCTE), foram considerados para as paredes exteriores valores de transmissão térmica de U = 0.75W/m$^{2^o}$C. O edifico será monitorizado para analisar a sua “performance” quanto à eficiência energética.

O objectivo desta comunicação é:

- Demonstrar que mesmo em edifícios públicos é possível criar obras que empregam terra crua para assegurar as condições de conforto e a qualidade do ambiente interior, usufruindo em simultâneo do valor estético deste material;

- Apontar para a natureza de problemas que podem surgir para os Construtores e Projectistas quando confrontados com a execução de obras consideradas “fora dos métodos de construção comuns” em Portugal e apontar vias alternativas para a solução dos mesmos.

1. INTRODUÇÃO

O sector da construção é responsável por grande parte de energia consumida e emissões de CO_2. Os métodos de construção são cada vez mais direccionados para garantir a rapidez na execução da obra. Não se dá a devida atenção ao desempenho ambiental e à inércia térmica dos materiais. Para sentir conforto nos edifícios, são necessários sistemas activos de arrefecimento, de aquecimento e de ventilação, uma vez que a capacidade de armazenamento de calor dos materiais é fraca. Os materiais de construção utilizados têm um alto teor de energia incorporado na sua fabricação e no seu transporte, foram entretanto responsáveis por emissões de CO_2 e irão obrigar a mais emissões de CO_2 para que a habitação tenha níveis de conforto satisfatórios. A utilização de materiais de construção à base de terra crua, pode contribuir de forma significativa para reduzir estas emissões em quase todas as zonas climáticas de

Portugal**.** Urge a adaptação das Directivas Europeias ao clima do Sul da Europa. Um edifício, antes de ser "inteligente", tem de ser eficiente.

A construção em terra crua, quando comparada com o somatório de custos externos, sobretudo energéticos, provenientes dos métodos de construção baseados na utilização do cimento, do ferro e do tijolo cozido, torna-se muito mais económica e eco-eficiente. Às vantagens ambientais de optimização do consumo de recursos naturais deste tipo de construção, acrescentam-se ainda vantagens humanas para os habitantes dos edifícios em terra crua. A terra, devido à sua elevada higroscopicidade e inércia térmica, proporciona níveis de conforto climático interior muito superiores aos da construção em alvenaria de tijolo furado. O conforto climático atingido nas habitações em terra crua proporciona um ambiente interior saudável, pelo que este tipo de construção, quando associado a boas soluções de ventilação e aquecimento passivos, contribui para uma melhor saúde dos seus habitantes.

No caso do Arquivo Municipal de Ferreira do Alentejo, pretendeu-se ainda que as variações do teor de humidade não fossem muito acentuadas nos períodos frio e quente, de modo a criar boas condições de acondicionamento dos documentos a preservar.

2. FASE DE PROJECTO

Iniciar um projecto com cariz sustentável em 2003, não era tão vulgar com se tornou no decorrer dos últimos anos, em que a sustentabilidade passou a ser um cavalo de batalha numa corrida para obter melhores créditos ou maior credibilidade no desempenho das mais diversas actividades. O conceito da sustentabilidade, criado há 25 anos pela comissão encabeçada pela ex-primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, encontra-se hoje completamente "marketizado" e esvaziado do seu sentido original. Com o mesmo grau de intensidade, como a partir dos anos 50 e 60 se usava o sexo feminino na actividade publicitária para apelar à libido do consumidor final, fala-se hoje em sustentabilidade, sustentabilidade, sustentabilidade.

Relativo ao sector da construção, confunde-se muitas vezes a domótica com eficiência energética e impacte ambiental. Como poderia, de outro modo, ser considerado sustentável um edifício no sul da Europa com quatro fachadas de vidro triplo?

A formação de projectistas e técnicos ligados ao sector da construção em Portugal, é demasiado académica; carecendo de uma vertente prática como é usual em outros países da Europa, como por exemplo em França ou na Alemanha, onde um arquitecto ou engenheiro civil tem obrigatoriamente de estagiar durante 3 – 6 meses numa obra e ter uma larga experiência no exercício da actividade antes de ser aceite na respectiva Ordem Profissional.

O Projecto do Arquivo Municipal de Ferreira foi elaborado em conjunto com a equipa da SLA (Arquitectura, Electricidade, Telecomunicações, Segurança, Climatização) e os técnicos da Câmara Municipal (Projectos de Estabilidade, Águas e Esgotos).

Desta colaboração resultou um edifício misto com uma malha estrutural em betão armado e o preenchimento das paredes com materiais ecológicos, como o termotijolo, o adobe, a taipa, a madeira, a cortiça, a cal e as argamassas de assentamento e rebocos em terra crua, preparados na obra. Houve muitas reuniões de coordenação entre as equipas para acertar os pormenores de execução necessários a uma obra que incluía paredes com um peso até 2000kg/m^3 assentes em vigas de betão. Com vontade e união de todos os intervenientes (projectistas, técnicos e políticos responsáveis) foi possível vencer os obstáculos e os resultados finais estão à vista.

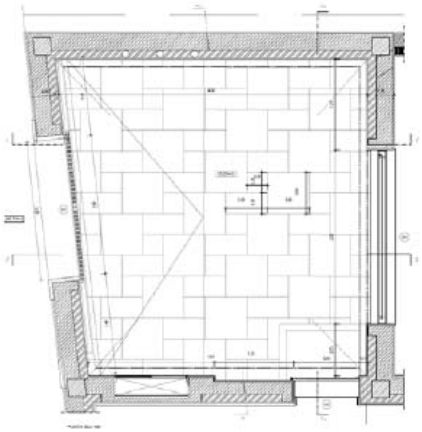


Fig.1 - Planta do átrio da entrada



Fig.2 - Pormenor Fachada Principal

3. FASE DE CONCURSO

Foi logo na fase de concurso que nos deparamos com as dificuldades das firmas concorrentes em obter cotação para uma série de materiais fora do âmbito de uma obra "normal" ou "convencional". Taipa, adobe ou argamassas à base de pastas de terra, pareciam palavras estrangeiras no Caderno de Encargos. Indicamos algumas firmas do nosso conhecimento no mercado nacional, para tornar possível atribuir valores às propostas. A empresa Vidal, Pereira e Gomes, de Cantanhede, ganhou o concurso e executou todas as fases da obra em regime de Empreitada Geral.

4. FASE DE DEMOLIÇÕES

Durante as demolições foi possível verificar uma pré-existência de paredes em taipa. A chaminé e algumas paredes interiores tinham sido executadas em "tijolo burro" artesanal. Como o vazadouro da Câmara era próximo do local da obra, foi possível recuperar alguns resíduos como fragmentos de paredes, tijoleiras e telhas antigas para a sua posterior integração nas paredes de taipa a construir. A própria terra resultante das paredes de taipa demolidas, foi parcialmente reaproveitada para a construção das paredes novas.



Fig. 3 - Demolições (Vera Schmidberger - 2008)

5. FASE DE OBRA

5.1 Adobes

Executado o esqueleto em betão e o preenchimento na parte exterior das paredes com termotijolo, o empreiteiro deparou-se com a dificuldade em obter os adobes. Uma empresa sediada no Algarve – ainda tinha adobes em stock – no entanto já estavam reservados para uma outra obra e não havia nenhuma previsão para a continuação da produção. O mesmo sucedeu com uma pequena manufacturação artesanal – que não

tinha o número de peças necessárias (cerca de 13.000 unidades), nem possibilidades de as fabricar em tempo útil.

Produzir os adobes no local com os meios próprios do empreiteiro e o nosso apoio técnico estava fora de questão devido à localização da obra no centro da malha urbana.

De modo a não comprometer o andamento dos trabalhos, optou-se por uma solução pouco ecológica, mas a única executável: a importação dos adobes directamente da Alemanha.... Esta solução implicou custos de transporte que importaram cerca de 30% do valor da mercadoria.

Conclusão: Seria muito desejável haver uma maior disseminação de produtos disponíveis no mercado. Quando se quer projectar com materiais mais ecológicos, é indispensável poder obtê-los facilmente no mercado dos materiais de construção. A dificuldade na sua aquisição pode causar um desinteresse da parte do dono da obra e a sua substituição por alternativas correntes, pondo em causa as boas intenções iniciais por parte dos projectistas e do dono da obra. No caso do Arquivo Municipal de Ferreira, tivemos a sorte de ter os próprios responsáveis da Câmara muito empenhados em que a obra seguisse à risca o Projecto.

5.2 Argamassas

As argamassas de assentamento para os termo-tijolos cozidos foi executada com uma mistura de terra argilosa com saibro e cal hidratada na proporção de 3:1. As argamassas de assentamento para os adobes foram preparadas de modo semelhante, no entanto, sem adição de cal.

Os rebocos à base de pastas de terra foram elaborados em obra, à base de terra com elevado teor de argila que foi necessariamente emagrecida com areia até obter uma misturar que não apresentasse fissura após o processo de secagem.

Visto não haver disponíveis em Portugal misturas de argamassas para pastas de terra, foi necessário um apoio técnico mais intenso por parte dos projectistas, para elaborar todas as séries de testes em obra.

Esta situação apresenta vários riscos:

- O pessoal em obra pode variar e a margem de erro na composição é relativamente grande, quando não é sempre a mesma pessoa a preparar os materiais para a mistura na betoneira

- Em maiores quantidades, pode não estar garantido o teor de argila da terra às amostras recolhidas no início, o que obriga a fazer misturas de verificação ao longo da duração da obra

- Os inertes nem sempre são provenientes das mesmas origens, o que pode alterar a composição das massas

Conclusão: Seria vantajoso haver misturas prontas para a preparação de pastas de terra



Fig.4 - Testes para determinar a composição das argamassas (Vera Schmidberger – 2008)

5.3. Abobadilhas Alentejanas

A execução das abobadilhas foi feita por pessoal qualificado da empresa de construção Vidal, Pereira e Gomes, que aceitou o desafio de construir abobadilhas com tijoleira ao baixo.

5.4. Execução de duas paredes interiores em Taipa

O Projecto previa duas paredes em taipa com 50 cm de espessura, totalizando cerca de 36m^2. Significava isto, que eram necessários 50 metros cúbicos de terra solta para compactar.

A primeira dificuldade foi encontrar terra adequada em quantidade suficiente para a execução da taipa. Procurei nas redondezas em inúmeras situações onde parecia haver terra em quantidade e qualidade para as nossas intenções: nas escavações para colocação do canal de rega da EDIA, nos aterros da própria Câmara de Ferreira resultantes de construção do campo de futebol, vazadouros diversos ou montes de terra dispersos resultantes de vazadouros por algumas propriedades agrícolas privadas. Fizemos análises de granulometria e de conteúdo de argila a 4 terras diferentes e executamos provectos com diversas misturas para testar o seu comportamento em relação à retracção. A primeira função destas paredes de taipa era de apoio à climatização com um sistema de ventilação natural por detrás com apoio de chaminé solar e elevada capacidade de armazenamento térmico.



Fig.5 - Execução das paredes de taipa (Vera Schmidberger – 2008)

Para a execução das duas paredes de taipa optamos por uma cofragem contínua com juntas horizontais. As camadas intercalares de tijoleira, pedra, pigmentos ou terra de outras cores foram definidas em tamanho natural em cima de uma bitola, que se colocou ao lado da cofragem, para facilitar a execução. Foi necessária uma estreita colaboração durante toda fase de execução para introduzir todos os elementos artísticos na taipa, como por exemplo as telhas e tijoleiras antigas oriundas das

demolições. Foi-lhes dado um tratamento final com ferramentas diversas, como colheres de pedreiro, martelos ou cunhas de madeira.



Fig. 6 – Pormenores da parede de taipa (crédito: Joaquim Justo, 2009)

A dificuldade encontrada na execução da taipa foi semelhante à execução das argamassas: Tudo depende do rigor com que são seguidas as indicações para a preparação das misturas de terra, uma vez que foi necessário utilizar dois tipos diferentes de terra, não só por razões artísticos na diferenciação das camadas por cores, mas também pela importância de manter teor de argila constante para a mistura base com vista a evitar uma possível futura fissuração.

Conclusão: Apesar de poder parecer um contra-senso no que diz respeito à pegada ecológica, a existência de misturas de terra com teores de humidade, argila e inertes correcta para a execução de paredes de taipa, poderá facilitar a sua execução tanto aos projectistas como aos construtores e ser assim um incentivo à sua maior utilização.

6. INSTALAÇÕES DE APOIO AO CONTROLO CLIMÁTICO

Para além da importância da utilização da terra crua como material de construção nesta obra, aplicamos um conjunto de regras da arquitectura bioclimática e ecológica, que tornaram o edifício no seu todo um exemplo de eficiência energética com baixo impacte ambiental. Materiais renováveis como a cortiça nos isolamentos térmicos, a madeira maciça na estrutura da cobertura, nas caixilharias, pavimentos e tectos, ou a cal nos acabamentos exteriores, tornaram dispensável o uso de materiais derivados do petróleo.

Vãos para sul com palas correctamente dimensionadas em relação à incidência solar, uma cobertura plana ajardinada a manter a temperatura estável no arquivo que se encontra por baixo dela, ou a instalação de uma chaminé solar para apoiar a ventilação natural, são alguns dos elementos que minimizaram a necessidade do uso de climatização, que tinha sido instalado para dar apoio às temperaturas extremas que se fazem sentir nessa zona do Alentejo interior. Para evitar mecanismos eléctricos, é necessário alguma cooperação dos utentes do edifício para abrir ou fechar as bandeiras dos vãos exteriores e assim tirar partido do arrefecimento nocturno.
Neste momento, está em curso a monitorização do edifício para obter valores concretos sobre o consumo energético.

7. CONCLUSÃO

A construção de edifícios públicos ou privados que utilizam a terra crua como material de construção, não está muito disseminada na actualidade, porque por um lado já não há suficientes artesãos com conhecimentos destas técnicas e, por outro, não há

materiais prontos a aplicar que possam concorrer com a construção à base de cimento. Quando houver uma diversidade grande de produtos e uma saudável concorrência entre diversos fornecedores, os adobes, a taipa e as pastas de terra para argamassas, vão ter o lugar que lhes é devido nos materiais de construção de qualidade. Só assim poderá haver um futuro em que as habitações sustentáveis serão mais do que um mero aplicar de tecnologia para compensar os erros na substância.

8. COLABORADORES



Curriculum
E. Vera Schmidberger, de naturalidade alemã, é licenciada em Arquitectura pela Faculdade de Arquitectura, da UTL (Lisboa) e desde 1990 Sócio-Gerente SLA - Arquitectos Associados, atelier especializado em Bio-Arquitectura e Construção Sustentável com materiais tradicionais.

CABANAS DE MATERIAIS VEGETAIS NA HERDADE DA COMPORTA TRADIÇÃO CONSTRUTIVA E NOVAS ABORDAGENS

Patrícia Bruno[(1)]; Paulina Faria[(2)]
(1) Universidade de Lisboa, 1600-214 Lisboa, Portugal
E mail: patricia.bruno@sapo.pt
(2) Instituto Politécnico de Setúbal, 2839-001 Lavradio, Portugal, e CICC-UC
E mail: paulina.faria@estbarreiro.ips.pt

Tema 4: Arquitectura vernácula e contemporânea
Palavras-chave: arquitectura de terra, cabanas, tabique de terra

Resumo
No litoral alentejano, ao longo da faixa arenosa entre a costa de Santo André e o rio Sado, muitas das habitações dos pescadores e dos trabalhadores rurais eram, até meados do século XX, constituídas por cabanas de materiais vegetais.

Essas construções, de plantas rectangulares, eram compostas por estruturas de madeira e engradados de ramagens preenchidos por argamassas de terra que constituíam as paredes. Exteriormente, quer as paredes, quer as coberturas (também de madeira e forro de cana) apresentavam revestimento exterior de colmo. Os pavimentos eram de terra ciclicamente batida.

Na Herdade da Comporta (uma propriedade de grandes dimensões localizada a Sul/ Sudeste da península de Tróia) essa tipologia foi amplamente utilizada pelas comunidades de trabalhadores que aí residiam. A existência de tantas construções desse tipo reflectia não só as extremas condições de pobreza em que viviam os trabalhadores da herdade, mas também a impossibilidade legal de construir casa própria.

Muitas dessas construções desapareceram devido a abandono e destruição. No caso específico da Herdade da Comporta, esse fenómeno teve início na década de 60 do século XX (época em que começaram a ser construídas as primeiras casas de alvenaria para os trabalhadores da herdade), tendo-se agravado a partir de 1974, com a abertura da possibilidade de construção nos terrenos das zonas urbanas do Carvalhal e da Comporta. Contudo, nas últimas décadas tem-se assistido a uma nova tendência (por parte de alguns particulares e de promotores imobiliários) de revitalização destes modelos arquitectónicos, para fins turísticos e de veraneio.

Nesta comunicação detalham-se as soluções construtivas utilizadas neste tipo de construções e apresenta-se uma síntese da situação actual das mesmas na área da Herdade da Comporta, com destaque para a freguesia do Carvalhal (Grândola). Aborda-se o problema do ponto de vista das construções antigas ainda existentes (incluindo descrições dos sistemas construtivos e dos materiais empregues), refere-se a evolução que essas tipologias têm sofrido ao longo das épocas e, finalmente, a apropriação que tem sido feita ao modelo para construções contemporâneas. Finalmente procuram apontar-se metodologias que permitam satisfazer algumas das exigências que actualmente se colocam a este tipo de construções, mantendo a sustentabilidade social e tecnológica da tipologia.

1. INTRODUÇÃO

Em meados do século XX, ao longo da faixa litoral entre a costa de Santo André e o rio Sado, existiam ainda inúmeras cabanas de materiais vegetais, habitadas por famílias de pescadores e por trabalhadores à jorna nos arrozais e salinas da região. Essas construções, de pequenas plantas rectangulares e coberturas de duas águas, eram compostas por estruturas de troncos e engradados de ramagens. Exteriormente, eram revestidas por colmo ou tabuado. Os engradados de ramagens e caniço eram preenchidos pelo interior, com argamassas à base de argila.

Na Herdade da Comporta (uma propriedade de grandes dimensões localizada a Sul/ Sudeste da península de Tróia) essa tipologia foi amplamente utilizada pelas comunidades de trabalhadores sazonais e residentes.

O tema foi abordado em meados do século XX por Ernesto Veiga de Oliveira, Fernando Galhano e Benjamim Pereira, no âmbito do trabalho *Construções Primitivas de Portugal*, que fornece abundantes dados sobre os núcleos habitacionais existentes à época, nas áreas de Alcácer do Sal, Carvalhal, Casa Branca, Melides e Santo André (Galhano, Oliveira e Pereira, 1969).

Muitas dessas construções originais entretanto desapareceram devido a abandono e destruição. No caso específico da Herdade da Comporta, esse fenómeno teve início na década de 60 do século XX (época em que começaram a ser construídas as primeiras casas de alvenaria para os trabalhadores da herdade), tendo-se agravado a partir de 1974, com a abertura da possibilidade de construção nos terrenos das zonas urbanas do Carvalhal e da Comporta.

Contudo, nas últimas décadas tem-se assistido a uma nova tendência (por parte de alguns particulares e de promotores imobiliários) de revitalização destes modelos arquitectónicos, para fins turísticos e de veraneio.

2. OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ORIGINAIS

Para se poder contribuir para a conservação destas cabanas é necessário um conhecimento profundo das tecnologias e dos materiais de construção utilizados. Procedeu-se assim ao levantamento exaustivo de uma cabana que se considerou representativa da tipologia construtiva, de modo a registar todos os aspectos relativos à arquitectura e às tecnologias aplicadas (Bruno, 1999).

A estrutura principal destas cabanas era constituída por um conjunto de prumos verticais (também designados regionalmente por *esteios*, quando localizados nas empenas frontais, e por *forquilhas*, no caso das paredes laterais). Esses elementos eram enterrados no solo, a uma profundidade de cerca de 50 cm. As suas extremidades enterradas eram previamente untadas com óleo queimado proveniente das máquinas agrícolas. A cabana objecto de levantamento (fig. 1-3), e que entretanto ruiu, apresentava dimensões de 3,5 m por 9,3 m, com uma área total de 32,55 m^2, possuindo dois quartos e uma sala. Em frente à entrada principal existiu uma cabana mais pequena, onde se fazia o lume. Uma latada ligava as duas construções. Neste caso os prumos encontravam-se colocados a uma distância de cerca de 70 cm nas fachadas laterais e de 90 cm nas fachadas de maior dimensão.



Fig. 1 - Cabana na Herdade da Comporta: a) - vista tirada de Norte; b) – vista tirada de Sul (Crédito: Patrícia Bruno, 1999)

Aos prumos eram depois pregados os frechais, designados na região por *linhas*, os quais serviam de apoio ao varedo da cobertura. A estrutura da cobertura era composta por varas espaçadas cerca de 90 cm umas das outras; as varas apoiavam-se na fileira e nos frechais, estes últimos fixos aos prumos. Sobre o varedo assentava o ripado, composto por canas pregadas às varas. As paredes exteriores e as coberturas eram posteriormente revestidas por fibras vegetais – folhas e caules de estorno, uma planta proveniente das dunas litorais.

Colhido em Agosto ou Setembro, o estorno (ou colmo) era cortado, arrumado em molhos e transportado para os respectivos locais de construção. Era durante este período do ano que geralmente se construíam as cabanas ou se procedia à substituição dos seus revestimentos exteriores.

O revestimento deste tipo de coberturas compreendia a colocação dos molhos de estorno sobre o ripado de canas e o cosimento dos mesmos com arame, à mão, por vezes com o auxílio de alicates. As coberturas podiam possuir duas a quatro camadas de fiadas de colmo colocadas em valadio, cada uma delas apertada exteriormente por uma cana amarrada com corda ou fibras vegetais. As canas eram cobertas pelas fiadas sequentes, à excepção das últimas, que ficavam à vista.

Nas paredes os molhos de estorno eram encostados à estrutura e, por cima deles, eram pregadas ripas de madeira aos prumos (as quais funcionavam também como elementos de travamento dos prumos, à semelhança de travessanhos).

A parede da entrada principal era forrada exteriormente com tábuas verticais de madeira de pinho, sobrepostas e pregadas umas às outras e aos travessanhos. A camarinheira (*Corema álbum,* arbusto apanhado na charneca, que também existe nas dunas) servia para encher as paredes. Esta operação era efectuada pelo interior da casa, enquanto se ia pregando o fasquiado horizontal de canas aos prumos, de baixo para cima, com um espaçamento de cerca de 15 cm a 18 cm entre as canas. As canas eram colhidas geralmente junto ao local da obra, cortadas com as dimensões adequadas e descascadas. As canas de maior diâmetro eram cortadas longitudinalmente.

Terminado o fasquiado, as paredes eram revestidas pelo interior com uma argamassa de terra. De acordo com o depoimento oral recolhido relativo à cabana cujo levantamento foi efectuado, parte do material da argamassa de terra foi extraído das proximidades da casa - *"abria-se um buraco, mais ou menos a um metro de profundidade, onde a terra era mais limpa, e era tirada com enxada e* carregada em cestos ou baldes". Esta terra não se peneirava, uma vez que era suficientemente fina e limpa. O outro material utilizado na argamassa de terra foi extraído a cerca de 500 m do local, onde actualmente existe uma saibreira. Tendo sido referenciada a utilização de duas terras, depreende-se que a terra do local da construção era possivelmente demasiado arenosa, típica da zona de transição entre a faixa litoral de dunas a areias eólicas, que abrange o território entre Tróia e o Carvalhal, tendo havido necessidade de corrigir essa terra com outra mais argilosa, possivelmente pertencente a mancha interior maior composta por areias, calhaus rolados, arenitos pouco consolidados e argilas das terras (CMG, 1998, citado em Bruno, 1999).

As terras (mais siliciosa e mais argilosa) eram misturadas, adicionando-se-lhes também água doce. As quantidades eram medidas a olho e a mistura era amassada com os pés, numa cova, até adquirir a consistência desejada. Segundo o mesmo depoimento, *"o barro não podia ser muito molhado para que depois de seca a massa, ela não rachasse"*.

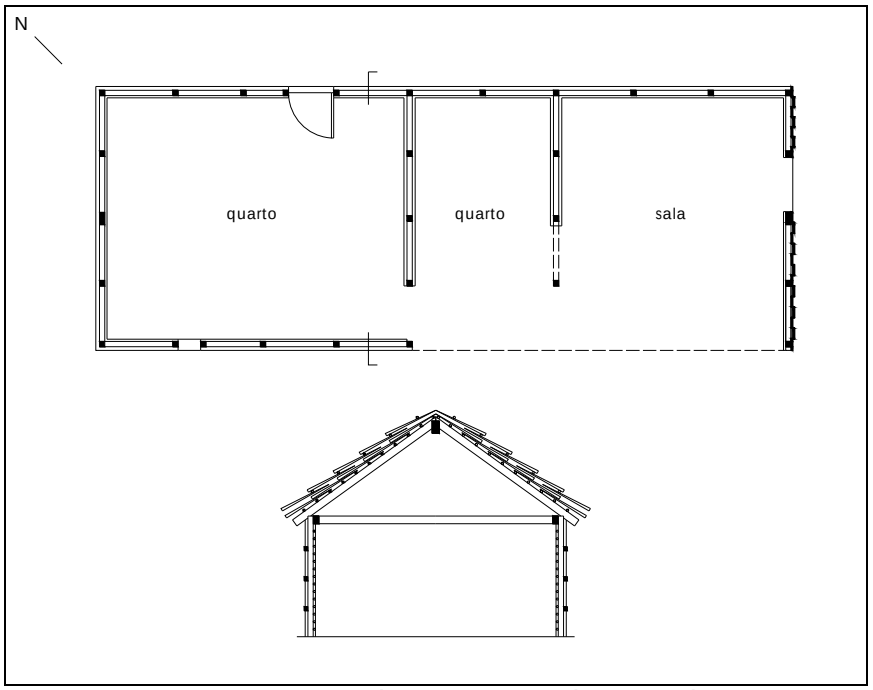


Fig. 2 – Planta e corte da cabana à esc. 1:100 (Crédito: Patrícia Bruno, 1999)

A argamassa obtida era depois atirada à mão contra os fasquiados de canas, de forma a cobrir totalmente os paramentos interiores. No final era apertada e regularizada à colher.

No Verão deixava-se a terra secar durante três dias. Só depois se aplicavam, com o *pencel*, duas demãos de leite de cal - a primeira mais grossa e a segunda mais aguada. A leitada de cal era obtida da cal em pedra (proveniente de Grândola, provavelmente produzida nos fornos que antigamente existiam na serra), a qual era colocada num pote de barro e extinta, durante algum tempo, com água abundante.

As divisórias interiores da cabana eram também compostas por prumos, sem ripas horizontais ou travessanhos. As canas eram primeiro pregadas de um dos lados da parede e, de seguida, pelo lado oposto, procedia-se à colocação da camarinheira contra o fasquiado de canas já colocado. A camarinheira ficava segura e apertada por outro fasquiado de canas, que também se fixavam aos prumos (sempre de baixo para cima), do outro lado da parede. No final a argamassa de terra, semelhante à utilizada na superfície interior das paredes exteriores, era chapada contra a armação obtida, pelas duas faces. As superfícies eram também apertadas e regularizadas à colher.

Os levantamentos efectuados evidenciaram a existência, numa mesma pequena cabana, de três tipos semelhantes, mas distintos, de paredes, compostas por estruturas de madeira, enchimentos e fasquiados de materiais vegetais e recobrimentos de terra (fig. 3).

O pavimento da casa era também de terra – feito com o mesmo tipo de argamassa utilizada nas paredes -, colocada por cima do terreno, batida com enxada. Quando se gastava, o chão era regado e batido.

Todos os anos, na Primavera, o interior da casa era caiado – uma demão de leite de cal e uma de água de cal -, conservando-se sempre a primeira camada, mais antiga, de leite de cal. Os elementos de madeira à vista no exterior eram também caiados regularmente – fachada de tabuado, travessanhos, com tinta de cal branca ou tinta de cal com pigmento azul.

Na cabana analisada, em 20 anos de utilização o revestimento de estorno exterior, aplicado nas paredes e na cobertura, foi parcialmente substituído apenas uma vez, nas duas camadas superiores.

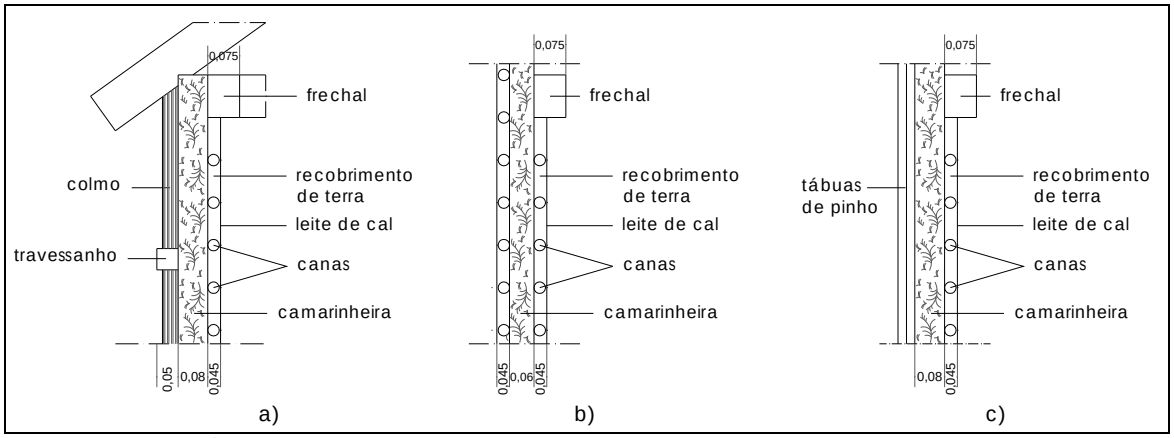


Fig. 3 – Cortes à esc. 1:20: a) paredes laterais e tardoz; b) paredes interiores; c) parede SE (Crédito: Patrícia Bruno, 1999)

3. CONSIDERAÇÕES

A existência de tantas construções com recurso a estas técnicas, na Herdade da Comporta, reflectia não só a abundância dos materiais utilizados (e a inexistência de outros, como a pedra) mas também as extremas condições de pobreza em que viviam os trabalhadores à jorna, bem como a imposição legal de construir casa própria nesses terrenos (estas construções, consideradas provisórias, eram um recurso possível). No entanto, muitas das famílias que habitavam estas cabanas eram oriundas da região e nelas mantinham residência fixa.

Verifica-se que, nesta tipologia construtiva, os materiais disponíveis foram utilizados de forma a adequarem-se às necessidades de habitabilidade, conferindo algum conforto aos pequenos edifícios. Repare-se na utilização dos materiais vegetais, como o colmo, a camarinheira, a cana, a funcionarem como os actuais materiais de isolamento térmico e, no caso específico do colmo, ainda como materiais de revestimento exterior, facilitando a escorrência da água da chuva. Veja-se a aplicação das argamassas de terra aplicadas pelo interior em paredes e pavimento para aproveitamento do efeito da inércia térmica e consequente também melhoria do conforto térmico. Saliente-se ainda o caso das referidas argamassas de terra, aplicadas como revestimento interior das paredes e pavimento, para conferir condições de habitabilidade e, complementada pela caiação, ainda estéticas, à habitação.

Como já foi referido, a manutenção destas estruturas consistia fundamentalmente nas caiações anuais das paredes e na substituição parcial de algumas camadas de colmo. As pessoas que habitaram estas cabanas e que foram inquiridas diziam que as casas eram frescas de Verão e que nelas não passavam frio no Inverno. Embora se trate de uma construção muito ligeira, tal fica a dever-se à tipologia construtiva descrita, apropriada ao clima da zona onde as construções se localizam, que é bastante ameno. Esta situação, associada à pequena dimensão dos edifícios, conduz a uma grande utilização dos espaços exteriores como prolongamento das habitações (fig. 4). No entanto, o nível exigencial de conforto térmico das habitações actuais também já pouco tem a ver com o de há alguns anos, em que se toleravam condições muito mais adversas no interior dos edifícios.

No início da última década verificou-se que os vestígios das antigas cabanas de materiais vegetais começavam a ser, na costa alentejana, escassos. Detectaram-se na área, apenas algumas construções originais (ou partes delas), nas freguesias de Carrasqueira (Alcácer do Sal) (fig. 4) e Carvalhal (Grândola) (fig. 5). No entanto, contrariando a tendência verificada nos últimos 50 anos – de abandono e destruição - assiste-se, actualmente, à revitalização deste modelo arquitectónico, sobretudo para fins turísticos e de veraneio.

Em construções originais parcialmente conservadas surgem casos de alterações ao modelo original através da utilização de outros tipos de revestimentos (sendo que os de parede muitas vezes mantêm argamassas à base de terra, por vezes com cal). Em casos de reabilitações de construções originais por vezes são introduzidos novos compartimentos (como cozinhas e instalações sanitárias), obrigando à introdução de redes prediais de águas e esgotos e de evacuação de produtos da combustão de fogões e aparelhos para aquecimento de águas.

Com efeito, muitas das antigas cabanas têm vindo a ser reconstruídas mais ou menos segundo técnicas tradicionais (com estruturas de madeira) mas também e principalmente se constata a tendência para construir cópias do modelo arquitectónico com recurso a tecnologias que nada têm a ver com as originais, através da introdução de estruturas de betão armado (fig. 6), apenas mantendo o tipo de revestimento exterior.



Fig. 4 – Cabana reabilitada para exploração turística (Carrasqueira, Álcacer do Sal): a) aspecto geral; b) aproveitamento do espaço exterior (Crédito: Paulina Faria, 2009)



Fig. 5 – Cabana com tabiques originais (Praia do Pego, Carvalhal)
(créditos: Patrícia Bruno, 2009)



Fig. 6 – Casas de férias, com estrutura de betão armado, em construção (Praia do Pego, Carvalhal) (Crédito: Patrícia Bruno, 2009)

Sendo a zona constituída por areais e dunas eólicas, considera-se que o impacto das construções de madeira, incorporando materiais vegetais e terra, será menor que o de outras opções construtivas e que o recurso a esta solução devia ser encorajado.

No entanto, uma das queixas mais salientadas contra a tipologia construtiva tradicional prende-se com a ligeireza da construção, facilmente vandalizável. Considera-se que, através da introdução de tecnologias construtivas de terra, por exemplo executando um pano de parede de alvenaria de adobe pelo interior das paredes exteriores ou aumentando um pouco a espessura do revestimento interior de argamassa de terra, se poderia aumentar a inércia térmica da habitação, melhorar o seu conforto térmico (e acústico, uma vez que a zona deixou de ser tão silenciosa como antigamente) e conferir maior segurança à intrusão. Na cobertura o recurso poderia ser à aplicação de placas de aglomerado de resíduos de cortiça (abundante na zona) para melhoria do isolamento térmico e acústico, colocado entre o fasquiado de cana e o revestimento vegetal de colmo, também para efectuar um forro mais opaco. No pavimento poderia manter-se o revestimento original de argamassa de terra batida ou aplicar um revestimento cerâmico com ladrilhos tradicionais de barro vermelho, cozidos a baixa temperatura.

Outra questão será a dificuldade na eventual verificação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios. Como em muitas das tipologias que não incorporam materiais de isolamento térmico propriamente ditos nos elementos construtivos (por exemplo, nas paredes), a verificação deste regulamento tem de ser objecto de demonstração específica, o que já é costume em construções de terra crua de outros tipos. Neste caso particular os projectistas de térmica terão de considerar valores aproximados para a condutibilidade térmica não só dos elementos de terra (argamassas ou mesmo pano de alvenaria de adobe, se vier a ser esse o caso) mas também dos elementos vegetais de revestimento (o colmo) e de preenchimento (a camarinheira).

Há um tipo de exigência para o qual a tipologia construtiva apresenta algumas desvantagens não debeladas nesta análise: a segurança contra incêndio. No entanto, devido às pequenas dimensões da habitação e à pequena distância de caminhos de fuga, esse não parece constituir um problema grave para a segurança das pessoas.

4. CONCLUSÕES

Considera-se que a tipologia construtiva em estudo apresenta, no seu contexto regional, muitas vantagens: a sua sustentabilidade construtiva, através da aplicação de materiais totalmente recicláveis e abundantes no local; a completa integração na paisagem e adaptação ao clima da região; a facilidade de execução, que se adequa à auto-construção e ao exercício de *bricolage,* quer para a sua realização, quer para a

necessária manutenção e conservação; a dimensão característica da tipologia que, por ser pequena, conduz ao aproveitamento do espaço exterior, apropriado para a zona de veraneio onde se insere; a facilidade com que a tipologia construtiva se consegue integrar com outras soluções que permitam resolver questões relativas a exigências funcionais actuais; a manutenção dos saberes e o reconhecimento das tecnologias construtivas tradicionais dos habitantes da zona, mantendo-se "vivas" mesmo em novas construções.

Com base no exposto, considera-se que um esforço deve ser feito ao nível do encorajamento do licenciamento de novas construções e de intervenções em construções antigas, no sentido de implementar as técnicas tradicionais com base em materiais naturais, em que a terra desempenhe um papel fundamental. Uma hipótese poderia ser a autorização de um incremento de área construída (sem prejuízo das baixas densidades que caracterizam estas parcelas) ou uma diminuição nos impostos autárquicos, quando a opção fosse por esta tecnologia construtiva.

Bibliografia

Bruno, P. (1999). *Levantamento de uma cabana de madeira e colmo (Torroal, Herdade da Comporta, Alcácer do Sal)*. Évora: s.n.

Galhano, F.; Oliveira, E. V.; Pereira, B. (1969). *Construções primitivas em Portugal*. Lisboa: Dom Quixote, (3ª edição, 1994)

Curriculum

Patrícia Bruno é Arquitecta (F.A./U.T.L., 1995), Mestre em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico (U.E., 2001). Doutoranda em Pré-História (F.L./U.L., desde 2006) e bolseira da Fundação Ciência e Tecnologia

Paulina Faria é Engenheira Civil (IST/UTL, 1988), Mestre em Construção (IST/UTL, 1993), Doutora em Reabilitação do Património Edificado (FCT/UNL, 2004). Foi investigadora do LNEC (1987-1996), docente do IST/UTL (1993-1997), da FCT/UNL (1997-2008) e actualmente do Instituto Politécnico de Setúbal e do CICC-UC (desde 2009)

UM OLHAR SOBRE A CONSTRUÇÃO EM ADOBE NA FREGUESIA DE REQUEIXO – AVEIRO

Joana Maia
Mestrado em Metodologias de Intervenção no Património Arquitectónico
Faculdade de Arquitectura/Universidade do Porto (FAUP)
E-mail: joana.maia@gmail.com

José Aguiar
Faculdade de Arquitectura/Universidade Técnica de Lisboa (FA-UTL)
Rua Professor Cid dos Santos, Pólo Universitário, Alto da Ajuda – 1349-055 Lisboa
E-mail: jaguiar@fa.utl.pt

Tema 4: Arquitectura vernácula e contemporânea
Palavras-Chave: Adobe, arquitectura vernácula, preservação

Resumo
O concelho de Aveiro, situado na beira litoral, é um território de características peculiares, marcado por sucessivos processos de mutação. As suas características geo-morfológicas influenciam decisivamente os processos construtivos adoptados na construção do território. O adobe ganhou aqui uma importância primordial como sistema de construção tradicional, materializando a estrutura base do tecido territorial, definido fundamentalmente no século XIX e primeira metade do século XX. Considerado comummente como material menor, opinião associada às suas conhecidas limitações para a construção em altura, o adobe foi sistematicamente desvalorizado no meio urbano, ocorrendo frequentes adulterações às construções deste tipo. É sobretudo no meio rural que se conserva ainda um número significativo de exemplares da arquitectura vernacular da região, com adequada genuinidade.

A sudeste do concelho de Aveiro, situa-se a freguesia de Requeixo, outrora concelho de grande importância no distrito, hoje uma das freguesias mais recônditas e rurais. A presença da Pateira de Fermentelos (à semelhança da Ria em Aveiro) forneceu *o lodo* que viria a gerar os peculiares adobes de terra, aqui vulgarizados. Na primeira metade do século XX, o adobe de cal e areia ganha particular impulso, retirando gradualmente a primazia aos adobes de terra. Requeixo é, pela presença da pateira e pela proximidade a Travassô, um lugar estratégico que testemunha e revela um quadro completo e representativo da construção em adobe no concelho de Aveiro.

Pouca investigação foi produzida e pouco se conhece sobre a arquitectura de terra e sobre as formas de construção tradicional desta zona do país. O *Inquérito a Arquitectura Regional Portuguesa,* marco na recolha da arquitectura tradicional, realizado entre o ano de 1955 e 1960, não registou a casa gandaresa e os resultados das construções com terra específicas desta região. Depois, pouco foi escrito no que respeita à materialização destas arquitecturas salvo raros contributos, curiosamente fora do âmbito da arquitectura, antes devidos aos olhares da antropologia, da geografia e da medicina, disciplinas que deixaram um contributo mais amplo sobre a história destas construções.

Nos últimos anos verificou-se um crescente interesse por parte das universidades portuguesas relativamente às questões da arquitectura vernacular e de terra, incentivando novos estudos, surgindo as primeiras investigações de fundo e estudos da maior relevância nas áreas da engenharia e da ciência dos materiais.
O objectivo desta comunicação, resultante de uma investigação que deu origem a uma dissertação de mestrado desenvolvida na FAUP, passa pela divulgação de um estudo produzido sobre a realidade construtiva da freguesia de Requeixo. Estudaram-se os tipos habitacionais predominantes nesta arquitectura rural, bem como os seus anexos agrícolas, muros e poços, estruturas em adobe que constroem o território da freguesia. Aborda-se não só as características arquitectónicas mas também construtivas, com particular incidência no material adobe e na sua caracterização, procurando elucidar o percurso havido desde a sua manufactura até à sua aplicação em obra. Para finalizar serão apontadas as principais

anomalias e suas causas, sugerindo algumas formas de intervenção, com o intuito de salvaguardar este património cultural e vernacular.

1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A região de Aveiro, situada na beira litoral, apresenta um território muito peculiar, relacionado tanto com as suas características geo-morfológicas, como com o diálogo que tem mantido com os rios e com o mar ao longo dos tempos *"Foi a partir do diálogo constante entre a terra e a água que se orientou e definiu o desenvolvimento de toda a região circundante. Foram o mar e os rios que desenhou o mapa."* (Ferreira, 2001, p.15).

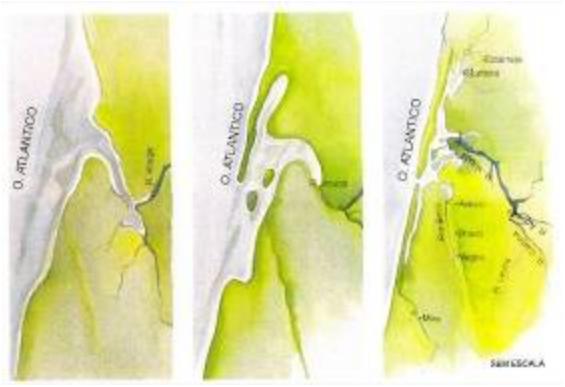


Fig.1 – *Evolução da região de Aveiro, do século X à actualidade*.
(Crédito: Santiago, 2007, p.17)

O território foi lentamente conquistando terreno ao mar, já que apesar das investidas este foi perdendo a sua massa líquida ao longo dos séculos. Este factor foi reforçado com a formação do cordão de dunas junto ao litoral, materializando igualmente o estrangulamento das águas do rio Vouga, permitindo a formação da Ria de Aveiro. Mas não só na cidade o diálogo entre terra e água deixou marcas profundas. A freguesia de Requeixo, hoje de características vincadamente rurais e de localização interior a sudeste do concelho de Aveiro, era no século X banhada pelas águas marítimas. A sua topografia permitiu que após o recuo do mar fosse formada a pateira de Fermentelos (Azevedo, 1965, p. 145), elemento hídrico de grande relevância para o desenvolvimento da freguesia a vários níveis (1).

Os solos alagadiços da Ria de Aveiro por um lado, e da pateira de Fermentelos por outro, contribuíram não só para a fertilização natural dos campos agrícolas através da extracção do *lodo* rico em elementos vegetais (Leal, 1878, p. 146), garantindo parte da economia da região, mas igualmente para a construção do edificado através da manufactura de adobes de terra de cariz muito particular. Mas não só de adobes de terra se fez a história da construção tradicional local. As condicionantes físicas do território, caracterizadas pela escassez da pedra *"Em Aveiro não há pedra*. [E esta] *Foi desde sempre um bem raro"* (Rodrigues, 2004, p. 30), e pela abundância de terrenos argilosos e arenosos, permitiram que a construção tradicional adoptasse os recursos disponíveis no meio envolvente (2). Assim, a arquitectura vernácula adoptou a terra como material primordial de construção (tanto o *lodo* como a areia) e o adobe como técnica de eleição (3), marcando decisivamente a construção do edificado local sobretudo no século XIX e primeira metade do século XX (4), conferindo à região características particulares.

Aqui vive-se, de um lado uma realidade urbana, litoral – a cidade de Aveiro - e, do outro, uma realidade rural, de interior – a freguesia de Requeixo. Não obstante as diferenças evidentes, estas realidades tocam-se em alguns aspectos significativos. No entanto, e apesar do uso da terra predominar tanto na construção rural como urbana,

o que se verifica hoje é uma adulteração mais acentuada dos sistemas construtivos do seio da cidade, igualmente de visualização dificultada pelo recurso recorrente aos materiais de revestimento. Já no meio rural, o uso de revestimentos é normalmente adoptado apenas na fachada principal, permitindo uma maior visualização do sistema construtivo, que aqui é assumido de forma mais "limpa", ou seja, sem grandes misturas com materiais ditos modernos.
As características de ruralidade permitiram que o abandono das técnicas tradicionais se desse mais tardiamente nas freguesias interiores, habitando ainda na população residente a memória dos saberes tradicionais. A freguesia de Requeixo (5) é um como local chave para estudo deste *corpus*, para a restituição dos saberes e para o estudo dos sistemas e dos materiais adoptados, para o estudo patológico e percepção das anomalias inerentes, visando a implementação de soluções que permitam preservar valores patrimoniais e estas arquitecturas de terra tão características desta região. Aqui existem adobes de terra e adobes de cal produzidos com três tipos distintos de areia, e acredita-se que o seu estudo pode ser relevante para a caracterização desta freguesia tanto quanto para o melhor conhecimento das realidades construtivas do território do concelho de Aveiro.

2. OS TIPOS ARQUITECTÓNICOS

Não só no material empregue e no sistema construtivo adoptado se verifica a relevância deste tipo de construções. Os tipos arquitectónicos existentes em Requeixo, na sua organização funcional e espacial, revelam valor cultural e enquanto testemunho da vivência específica local de uma dada fase da nossa história. Com a agricultura e a pastorícia a dominar desde sempre a economia da freguesia, não é de estranhar que a construção do *habitat* (6) se adaptasse a um *modus vivendi* pleno de ruralidade.
Apesar da existência de outros tipos e modelos habitacionais dignos de nota, é de facto a casa-pátio de índole rural aquela que por aqui predomina de forma esmagadora. Enquadrada na definição de *casa gandaresa* (Oliveira e Galhano, 2003, p. 190 - 192), a casa de pátio térrea é resultado da conjugação de uma série de influências que ao longo do tempo foram dominando o território, desde a época castreja (Santiago, 2007, p. 61) passando por uma maior estruturação no período romano (Santiago, 2007, p. 83), consolidando-se e adaptando-se às exigências de cada tempo até aos dias de hoje, numa longa evolução que lhe forneceu particularidades e definindo-se como tipo dominante da arquitectura civil rural, típica da região da Gândara (7).

O desenvolvimento urbano, tal como no resto da região, era feito de forma linear ao longo das vias de comunicação, "*constituindo assim povoações alongadas"* (Girão, 1922, p. 102 e 103). Numa estratégia simples de composição do território a rua aparece como esqueleto, com a construção do edificado a assumir a musculatura adossada a este, constituindo desta forma o *corpo urbano*. A rua era vivenciada não só como espaço de circulação, mas sobretudo como espaço de socialização, onde a ausência do veículo automóvel conduzia à formação de vias de perfil contido, de usos mais familiares. O tipo de divisão de propriedade desenvolvia-se em parcelas cuja geometria é um quadrilátero, estreito e de grande comprimento posterior, com a célula habitacional a dominar o limite geométrico à face da rua, apresentando uma sequência: rua / habitação-alfaias agrícolas-gado (ou *aido*) / eira-poço-quintal (ou *cortinha)*, e já fora do complexo habitacional da casa-pátio, mas ainda dentro do lote.

No que respeita à arquitectura, dentro do tipo genérico da *casa gandaresa* alguns autores especificaram variantes (Oliveira e Galhano, 2003), onde é possível perceber que os complexos habitacionais de Requeixo se enquadram no tipo *casa de Mira* (predominante nesta localidade). Por uma questão de coerência geográfica, adoptaremos aqui a designação de *casa pátio fechado*. Ao contrário da *casa-bloco*, a

casa pátio fechado caracteriza-se pela existência de um pátio central em terra batida, que permite a ligação entre todos os elementos que compõem o complexo habitacional, beneficiando-o ao nível da salubridade. No que respeita às suas características gerais, destacamos: primazia no tratamento da fachada à rua ao nível dos revestimentos, onde vulgarmente a composição janela-porta-janela-portão predomina; fachadas laterais que revelam paramentos em adobe à vista e um postigo no topo se existir aproveitamento de sobrado; pátio central descoberto, embora fechado, onde se articula toda a vivência do organismo; habitação estruturada em duas fases – volume nobre à rua onde se localizam os quartos, sala(s) e corredor de acesso, e volume secundário, posterior e de nível mais baixo, onde encontramos as duas cozinhas, uma mais rústica (a casa do forno), e outra utilizada como sala de refeições.
Relativamente aos espaços da *casa pátio fechado*: a *sala* é apenas utilizada em dias especiais como os de festa religiosa, atribuindo ao portão o papel de entrada diária em detrimento da entrada principal; os *quartos*, utilizados apenas para dormir, apresentam espaços limitados; as *cozinhas* (8), localizadas a um nível inferior, são normalmente contíguas e materializam a ligação ao pátio através de um alpendre. A instalação sanitária não é englobada na organização espacial da habitação, já que as necessidades de higiene amplificam-se no meio rural em meados do século XX (no entanto, o complexo habitacional contempla uma construção diminuta em terra, munida de uma estrutura de madeira com buraco, onde eram saciadas as necessidades mais básicas). O banho era tomado no exterior, com baldes de água retirados do poço (9). A habitação desenvolve-se usualmente em sistema de corredor central, de distribuição interna aos diferentes espaços habitacionais.
Para além da *casa pátio fechado*, predominante, onde o pátio central descoberto é totalmente encerrado pelas diferentes dependências, foram detectadas algumas variantes dignas de nota (10):

- casa pátio fechado *com muro,* onde num dos lados o complexo é encerrado não por volumetria mas por um muro em terra;
- casa pátio fechado *com aproveitamento de piso,* onde apesar de não se assumir como casa de andar, revela mesmo na fachada à rua o aproveitamento do sobrado;
- casa pátio fechado *com destaque da habitação,* onde o volume da habitação se desloca do complexo habitacional para fazer face à rua;
- casa pátio fechado *com desenvolvimento paralelo à rua,* onde o desenvolvimento não se dá na perpendicular à rua, como é apanágio da variante dominante.



Fig.2 e 3 – *Casa gandaresa - casa pátio fechado na taipa – Esquisso e fotografia*.
(Crédito: Maia, 2009, p.51)

Embora o tipo arquitectónico predominante na freguesia de Requeixo seja a habitação, outras estruturas utilizaram a terra, como os anexos agrícolas, os muros limites de propriedade e contenção de terras, e os poços. Os anexos agrícolas são estruturas elementares de um piso, muitas com aproveitamento superior, onde eram guardadas as alfaias agrícolas. Adaptaram o mesmo sistema construtivo das habitações, embora de execução menos elaborada Os muros de contenção de terras são simples, ao

passo que os muros limite de propriedade apresentam reforço e desenho de marcação nas extremidades, nomeadamente como forma de marcar o vão de entrada. No remate superior do muro é usual a aplicação de uma fiada de adobes na vertical. Os poços apresentam geometria circular, e um murete acima do solo onde encaixa uma viga de cimento (substituindo as vigas originais de madeira) de suporte do engenho. As suas fundações podiam ser em pedra vermelha de Eirol, dependendo das características do solo, ou em adobe através da execução de *tinão* - no fundo uma cofragem perdida de adobe e madeira, permitindo no assentamento do muro uma maior estabilidade.

3. O MATERIAL ADOBE E O SISTEMA CONSTRUTIVO ADOPTADO

Na freguesia de Requeixo podem ser observados fundamentalmente três tipos de adobes – *adobes de terra* (de aplicação mais antiga); *adobes de cal* (com aplicação dominante a partir do século XX); e *adobes de cal e cimento* (de aplicação pontual em fundações de novas construções a partir da segunda metade do século XX). Pelo cariz dominante dos dois primeiros tipos, abordaremos apenas estes, deixando a nota de testemunhos recolhidos que afirmam a maior resistência e durabilidade dos adobes de cal e cimento.

Ao nível dos materiais utilizados e procedimento na manufactura, cada tipo de adobe assume aqui particularidades específicas: 1. *Adobes de terra* – eram executados com o *lodo* extraído do *esteiro* da pateira de Fermentelos (designada *terra preta gorda*, ou *zorrão*), num local onde a terra argilosa continha gramão incorporado, sendo propícia à produção de adobes para a construção. O cuidado ao nível do tipo de matéria-prima recolhida não era fruto de análises de campo, mas sim de um conhecimento intuitivo e empírico, herdado e transmitido oralmente de geração em geração. A terra, demasiado argilosa, continha por defeito uma *estabilização por armação* (11), funcionando como estrutura interna, conferindo maior solidez e durabilidade ao adobe. A matéria-prima era então recolhida por meio de uma forquilha, e transportada por uma bateira para a margem de Requeixo, onde era efectuada a manufactura. A terra amassava-se com água no *amassadouro*, com ajuda de vacas *marinhoas* ou por pés humanos, e transportada por carro de mão de madeira (ou *coxo*) para o *tendal*. Aqui era moldada em *adobeiro* de madeira e sujeita a um processo de cura que podia durar no mínimo um mês. Depois dos adobes secos, eram empilhados no próprio *tendal,* sendo pontualmente cobertos com cereais em caso de chuva forte ou gelo, protegendo a integridade física do bloco; o transporte, tal como nos adobes de cal, era efectuado em carro de bois, dispondo-os em pilhas eram transportados para o local da obra.









Fig.4, 5, 6 e 7 – *Reconstituição histórica – adobes de terra (Requeixo)*.
(Crédito: Maia, 2009)

2. *Adobes de cal* – eram executados com a areia extraída nos areeiros da freguesia, ou nas localidades vizinhas. De granulometria por vezes considerável, originando *adobes de seixo*, a areia extraída poderia ser de três cores distintas: branca (extraída na freguesia mas sobretudo no lugar de Requeixo); amarela (extraída na freguesia e localidades vizinhas); e vermelha (extraída em Travassô, localidade próxima). As areias amarela e vermelha eram as que apresentavam maior quantidade de argila, embora por vezes se efectuasse a mistura de diferentes tipos como forma de garantir uma matéria-prima mais eficaz, com menor necessidade de estabilização. Não obstante, enquanto solo arenoso a sua *estabilização por cimentação* era inevitável, sendo necessária a introdução de um ligante como a cal, de forma a solidarizar os grãos de areia. A cal utilizada na produção de adobes ao nível local era a *cal churra*, também designada na região de *cal parda* ou *cal preta* (Veiga *et al.*, 2008, p.3), com a particularidade de ser proveniente de um calcário com dolomite (i.e. com alguma percentagem de argilas), originando a *cal dolomítica*, uma cal aérea com alguma hidraulicidade. A cal aérea mais pura, de cor branca, a *cal cálcica*, era utilizada apenas nos revestimentos. Apesar de alguma divergência nos testemunhos recolhidos, podemos concluir que a *cal churra* em "cal viva", após o processo de calcinação da pedra, era apagada juntamente com a areia, aspergindo-se com água, sendo tudo posteriormente bem *traçado*. Embora a *cal churra* pudesse ser apagada à parte, com antecedência, beneficiando de um período de repouso, este procedimento era mais recorrente com a cal cálcica (12). Após a mistura com enxada da areia, da cal e água no *amassadouro*, com um traço a rondar os 3:1, a mistura resultante era transportada para o *tendal*, onde era *estendida* nos adobeiros em sistema de corredor. Os adobes por vezes podiam ser carimbados ou marcados com um pau, fechando uma dada quantidade efectuada. O processo de cura poderia demorar um mês, e não existiam preocupações de protecção às intempéries. Depois de secos, os blocos eram empilhados e conduzidos ao local da obra.



Fig.8, 10 e 11 – *Reconstituição histórica – adobes de cal (Requeixo);* Fig. 9 – *Reconstituição (Eirol)* (Crédito: Maia, 2009)

As características de ambos os tipos descritos são bem distintas, já que os adobes de cal apresentam maior peso, resistência e durabilidade, não sendo portanto de estranhar a substituição progressiva aos adobes de terra, mais frágeis nomeadamente no contacto com a água. Ambos revelam um excelente comportamento térmico e

acústico, conforme testemunham os habitantes locais. Este material foi sendo progressivamente substituído em meados do século XX, com o aparecimento de materiais como o betão e o tijolo.

A afinação destas técnicas construtivas revela grande sabedoria empírica, resultando em soluções estabilizadas e em uso durante séculos, equilíbrio apenas abalado na segunda metade do século XX, com a introdução de novos materiais e técnicas estranhos à lógica existente. Em termos de caracterização, o sistema construtivo geralmente adoptado nas edificações locais era o seguinte:

1. *Fundações* – as fundações podiam ser em pedra vermelha de Eirol, no caso dos adobes de terra, já que as características do material não permitiam o contacto prolongado com a água. As fundações elevavam-se a um metro do solo, evitando o contacto com as águas do solo (prevenção do efeito de capilaridade). Já nos adobes de cal, as fundações eram executadas igualmente em adobes de cal, embora a *uma vez*, permitindo não só uma maior estabilidade construtiva como o apoio dos barrotes de madeira de suporte do soalho.

2. *Paredes* – eram aplicadas normalmente a *meia vez*, em sistema desencontrado de juntas verticais. As juntas eram em simples argamassa de assentamento, podendo ocorrer a aplicação de pedra vermelha de Eirol como junta vertical, beneficiando na aderência das argamassas de revestimento. Os cunhais não eram reforçados, sendo as peças aplicadas apenas de forma desencontrada, ao contrário de alguns vãos onde se percebe meios de reforço, nomeadamente na execução de arcos nos onde este é colocado a *uma vez*. Os *archetes* eram sistemas aplicados no topo dos vãos, como forma de aligeiramento da padieira normalmente em madeira (Maia, 2009, p. 178-182).

3. *Pavimentos* – as zonas nobres como quartos, sala(s) e corredor principal eram em soalho de madeira, assente em barrotes de madeira com caixa de ar. A ventilação era acautelada pela abertura de respiros na fachada principal, devidamente fechada com grelhas metálicas evitando a intrusão de animais. As cozinhas poderiam ser igualmente em soalho, embora fosse mais frequente a terra batida (sobretudo a casa do forno), posteriormente cimentadas ou revestidas com peças cerâmicas.

4. *Coberturas* – estruturas usualmente de duas águas em madeira de pinho. Podiam ser simples (terças, caibros e ripas) ou elaboradas (introduzindo perna, pendural e linha). Na casa do forno e dependências agrícolas era frequente a aplicação simples de telha-vã, ao passo que nos restantes espaços habitacionais o forro de madeira era predominante. A telha original cerâmica era de canudo, sendo posteriormente substituída por telha marselha. Os paramentos exteriores eram protegidos com beiral na fachada principal e pendente de tiro nas fachadas do pátio.

5. *Revestimentos* – Os interiores eram revestidos a argamassas de cal e areia, assim como os exteriores, sobretudo na fachada principal. Em pontos estratégicos como socos, frisos, colunas e molduras eram utilizados *stuccos* como forma de realce, mas também para reforço e protecção. Aqui podia ser também utilizada igualmente pedra vermelha de Eirol ou granito (mais raro), embora a introdução da pedra fosse um luxo pouco acessível à generalidade da população. A partir do século XX o azulejo ganha primazia como elemento de revestimento dos paramentos, revelando ao nível local o estatuto social e financeiro do proprietário. As fachadas laterais e traseiras eram apenas reforçadas com argamassas de assentamento, sem qualquer preocupação estética, visando meramente a protecção do paramento em adobe.

4. PRINCIPAIS ANOMALIAS E ALGUMAS ORIENTAÇÕES PARA A SALVAGUARDA DESTE PATRIMÓNIO CULTURAL

A água conferiu uma peculiaridade evidente a este território, contribuindo de forma decisiva para o seu desenvolvimento, mas é, igualmente, o principal agente da degradação destas edificações feitas em terra. É de facto a presença da água, a par de outros *agentes intrínsecos* (envelhecimento natural) e *extrínsecos* (atmosféricos, biológicos, fenómenos naturais ou factores humanos), o factor patológico primordial; as anomalias que desencadeia resultam de fenómenos de capilaridade, de infiltrações (mais raramente de condensações). São disso exemplo: desagregação dos materiais de base (perda de coesão interna), o escurecimento e aparecimento de musgos nas zonas inferiores dos paramentos junto ao solo (obrigando a drenagens); destacamento dos revestimentos devido a eflorescências (associadas pelos populares a uma doença do material, dita a *tinha*), provocadas por infiltrações nos paramentos; manchas negras e bolores provocadas pela falta de ventilação dos espaços, etc.. A frequente fendilhação e fissuração nos paramentos resulta: da introdução de argamassas de cimento, que pelo comportamento distinto (mais rígido) não acompanham os movimentos naturais do material de base, fissurando facilmente; pela introdução de redes e instalações sem o devido cuidado na aplicação e remate nos paramentos em terra; frequentes assentamentos diferenciais das fundações (arrastamento de finos, etc.). Abertas brechas, está aberto o caminho à ainda maior entrada da água com os seus efeitos nefastos conhecidos, inicialmente apenas nos paramentos, mas proliferando aos materiais associados como é o caso da madeira.
As condensações são sobretudo resultado da substituição das antigas janelas de madeira por caixilharias em alumínio, não permitindo o arejamento natural da edificações, resultando em consequências nefastas. Verificou-se igualmente patologia derivada da anulação da caixa de ar do pavimento, resultando em destacamentos de revestimentos das paredes interiores, eflorecências e desintegração do adobe. Os pontos de ligação entre os materiais são também locais problemáticos, merecendo como tal atenção redobrada (tanto na inspecção como nos pormenores a desenhar).

Do ponto de vista do material propriamente dito, foi possível perceber que os adobes de terra apresentam maior vulnerabilidade à degradação, formando *rugas*, ou melhor, micro-fissuras nas faces já irregulares do adobe e pontualmente *furos* ou mesmo *cavernas*, o que pode estar associado ao ataque de agentes biológicos. Já os adobes de cal, quando portadores de um traço correcto, são bastante mais resistentes e duradouros. No entanto, quando a quantidade de cal é inferior à necessária, poderá dar-se o desgaste acelerado das peças, tal como demonstra a figura 14.



Fig.12, 13 – *Formas de degradação - adobes de terra (Requeixo);* Fig. 14 – *Formas de degradação – adobes de cal (Azurva)* (Crédito: Maia, 2009).

O adobe, enquanto técnica de construção em terra, apresenta vantagens e desvantagens (Maia, 2009, p.129-132), sendo fundamental conhece-las com vista a potenciar as mais valias e combater as debilidades, só assim se poderá fazer deste um material de futuro, a par da sua valorização enquanto material do passado. O paradigma na forma de viver o espaço rural começa a alterar-se, apesar da vivência antiga ainda enraizada. É fundamental saber adaptar as construções existentes às novas exigências contemporâneas, obviamente com adequado respeito pelo modelo existente.
Uma construção parada no tempo tornar-se-á obsoleta, o seu não–uso potencia um óbvio processo de degradação. Acções periódicas de manutenção são fundamentais, prevenindo hoje problemáticas futuras e prolongando o tempo de vida útil do edifício. Quando acções de conservação são necessárias, a estratégia deverá ser pautada primeiro pela identificação e eliminação das causas, para posteriormente se passar à reparação das anomalias. Não existem receitas em conservação, mas as orientações internacionais traçadas relativas ao património edificado apontam para a utilização de materiais compatíveis com os existentes e para a prática de intervenções reversíveis e ciclicamente repetíveis no tempo, que não afectem a autenticidade material do objecto.

A desvalorização acelerada do edificado vernacular e em terra nestes lugares é acelerada e gritantemente desqualificada; revela uma perda de ligação com as formas de vida, seus saberes e práticas que lhes deram origem (a vida das gentes é hoje cada vez mais outra e bem distinta daqueles antigos modos e tempos rurais) tanto quanto um desconhecimento profundo desta arquitectura e sua cultura construtiva (ainda maior por parte dos técnicos).

A sensibilização para o valor destas construções, por parte da população, da administração local e dos técnicos de várias disciplinas continua a ser, ainda hoje, fundamental. O seu estudo e divulgação é, portanto, relevante (tal como sempre alertam as recomendações internacionais aplicáveis ao património em terra), e importa unir esforços na luta pela preservação deste, ainda pouco reconhecido, património cultural, com expressão material mas também imaterial (dos saberes tradicionais que vamos perdendo). A marca das intervenções de cada tempo deve ser distinguíveis nestas arquitecturas como marca de sucessivas contemporaneidades, sem colocar no entanto em causa as integridades essenciais, os valores culturais herdados e por cada geração sucessivamente acrescentados. Mas para alcançar este desígnio é obviamente preciso sustentar as necessárias acções de intervenção em sólidas bases de conhecimento, tanto quanto numa muito sólida capacidade crítica.

Bibliografia

Azevedo, C. (1965). *O distrito de Aveiro*, Volume I. Aveiro: Tepolive, pp.145.

Ferreira, F. (2001). *A antiga freguesia de Eixo e Oliveirinha e a sua população (1666-1900) : estudo demográfico*. Aveiro: Câmara Municipal, pp.15.

Leal, A. (1878). *Portugal antigo e moderno – Diccionário geographico, estatístico, chorographico, heráldico, archeologico, histórico, biographico e etymologico de todas as cidades, villas e freguezias de Portugal, de grande numero de aldeias, se estas são notáveis por serem pátria de homens celebres, por batalhas ou outros factos importantes que n´ellas tiveram logar, põe serem solares de famílias nobres, ou por monumentos de qualquer natureza, alli existentes, noticia de muitas cidades e outras povoações da lusitânia de que apenas restam vestígios ou somente a tradição*. Lisboa: Livraria Editora de Mattos Moreira & Companhia, pp.146.

Maia, J. (2009). *A construção em adobe na freguesia de Requeixo, em Aveiro – Orientações para a sua preservação enquanto património cultural,* Dissertação de mestrado em Metodologias de Intervenção no Património Arquitectónico. Porto: FAUP.

Neves, C. *et al.* (2005). *Selecção de solos e métodos de controle em construção – Práticas de campo*. PROTERRA, Projecto de investigação XIV.6, CYTED Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento.

Oliveira, E. e Galhano, F. (2003). *Arquitectura tradicional portuguesa*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

Rodrigues, M. (199?). *A construção civil em Aveiro, 1860-1930: notas para a sua compreensão histórica.* Actas do colóquio A indústria portuense em perspectiva histórica. S.I.:s.n.

Rodrigues, M. (2004). *Aveiro, cidade de água sal argila e luz*. Aveiro: Câmara Municipal, pp.30.

Santiago, L. (2007). *A casa gandaresa do distrito de Aveiro, Contribuição para a sua reabilitação como património cultural* – Dissertação de mestrado em Recuperação do património arquitectónico e paisagístico. Évora: Universidade de Évora, pp. 61.

Teixeira, C. e Zbyszewski, G. (1976). *Carta geológica de Portugal na escala de 1/50 000, nota explicativa da Folha 16-A, Aveiro*. Lisboa: Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, Serviços Geológicos de Portugal.

Veiga, M.; Velosa, A.; Tavares, M. (2008). *A cor das argamassas* – Revista construção Magazine, n.º25. Porto: Publindústria, pp. 3.

Notas

(1) Requeixo foi no passado localidade de grande importância, com a pateira de Fermentelos a desempenhar um papel fundamental para este efeito. Tendo pertencido à Casa de Bragança, a pateira é cedida ao povo da freguesia em escritura datada do século XVII, com validade até aos dias de hoje. Actualmente, este elemento hídrico enquadra-se na Zona de Protecção Especial da Ria (1999).

(2) Do ponto de vista geológico, o litoral caracteriza-se pela predominância de *Depósitos modernos*, já a freguesia de Requeixo enquadra-se na mancha do *Plio-Plistocénico* (os *Depósitos de praias antigas* e *Depósitos de terraço* oferecem areias grosseiras), onde igualmente dominam as bacias sedimentares mesocenozóicas do *Cretácico* e *Triássico* (para além das argilas e de alguns calcáreos, predomina o arenito de tonalidade vermelha comummente designado pedra vermelha de Eirol) (Teixeira e Zbyszewski, 1976).

(3) A matéria-prima era trabalhada no seu estado plástico, e moldada em adobeiro de madeira, previamente molhado, salpicado de areia ou com aplicação interna de uma chapa metálica lisa. A geometria dos moldes era paralelepipédica, com dimensões variáveis – adobes de parede, adobes de muro e adobes de mendão (mais estreitos, utilizados nas paredes interiores).

(4) O testemunho herdado pelo património edificado existente revela uma predominância de construções datadas do século XIX e primeira metade do século XX. No entanto, alguns testemunhos construídos revelam datações anteriores, onde se percebe a predominância do uso da pedra vermelha de Eirol (arenito local), mas também de adobes de terra executados com o *lodo* da pateira de Fermentelos. Parte das construções da Quinta do Assento, datadas do século XVII, documentam este facto, demonstrando que o uso da terra na construção do edificado é bem anterior ao que numa primeira leitura possa parecer.

(5) A freguesia de Requeixo comporta os lugares de Requeixo, Taipa e Carregal.

(6) O tipo habitacional é dominante na freguesia, sendo o lugar de Requeixo aquele que revela maior número de equipamentos, enquanto sede de freguesia. Não obstante, também aqui a predominância do tipo habitacional é inquestionável.

(7) Existe alguma controvérsia entre autores na definição exacta dos limites físicos da região gandaresa. No entanto, mesmo que a área em estudo se encontre um pouco deslocada da mancha exacta, as características de ocupação do território são no entanto idênticas, justificando-se assim o enquadramento arquitectónico nesta matriz.

(8) De salientar que as cozinhas materializavam o lugar primordial de reunião familiar.

(9) A introdução da instalação sanitária revela-se hoje um dos pontos mais delicados na adequação deste edificado aos tempos modernos.

(10) Para além da casa pátio fechado, existem outros tipos e modelos relevantes, como a casa pátio de andar ou a casa urbana. No entanto, a sua predominância é claramente inferior.

(11) A estabilização por armação, através da junção de palha é uma técnica milenar (Neves, 2005, p.11), não sendo aqui introduzida posteriormente, mas existindo o cuidado no acto de extracção em escolher terra com elementos vegetais já incorporados por natureza.

(12) A *cal churra* deveria ser totalmente apagada antes do processo de moldagem, prevenindo a fissuração do adobe. A cal cálcica podia ser crivada antes de utilizada.

Curriculum

Joana Maia, Arquitecta (ESAP, 2005), Ingresso na Ordem dos Arquitectos (AAVV, 2006), Especialização em Metodologias de Intervenção no Património Arquitectónico (FAUP, 2008), Mestranda em Metodologias de Intervenção no Património Arquitectónico (FAUP, 2008/ 2009).

José Aguiar, Arquitecto (ESBAP/DA - FA/UTL, 1986), é Professor Associado da FAUTL e foi Investigador do LNEC. É Doutorado em Conservação (UE, 2000), Coordenador de dois cursos de Mestrado e de Doutoramento no domínio da Conservação e da Reabilitação (FAUTL); é/foi docente de cursos de pós-graduação no exterior e no país, como o *Mestrado em Metodologias de Intervenção no Património Arquitectónico* (FAUP, 2007-2009), e *Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico* (EU, 1994-2003). É Presidente do ICOMOS-Portugal.

EARTHEN ARCHITECTURE AND SOCIOCULTURAL CHALLENGES

Hubert Guillaud
CRAterre-ENSAG
National Superior School of Architecture of Grenoble
B.P. 2636, 60, avenue de Constantine
38036 Grenoble Cedex 2, France
Tel. (+33) 4 76 69 83 81
E-mail: hubert.guillaud@grenoble.archi.fr

Hugo Houben
CRAterre-ENSAG
National Superior School of Architecture of Grenoble
B.P. 53, 2 rue de la Buthière, Parc Fallavier
38092 Villefontaine Cedex, France
Tel. (+33) 4 74 95 43 91, Fax (+33) 4 74 95 64 21
E-mail: craterre.hhouben@club-internet.fr

Theme 4: Vernacular and contemporary architecture
Keywords: sustainable development, social and cultural challenges

Abstract
The direct link between earthen architectural heritage conservation and local sustainable development has been recently established but it sounds necessary to enlarge the criteria and the spectrum of values to be considered in order to adapt to current global challenges and facilitate efficient implementations at different scales. It is of major importance to integrate the analysis of political, economical, environmental, human, social, scientific, technical and educational values. This paper intends to present a contribution to the definition of a new cultural foundation between heritage, contemporary construction-related practices and sustainable development, offering a different approach of the notion of cultural significance and demonstrating its importance for the future.

"Anything that degrades culture shortens the path that leads to servitude" (Char, 1951).

1. INTRODUCTION

In compliance with the Hegel's *Aufhebung* concept - dealing with the notions of conservation and elevation of a previous stage – we believe that the future path that earthen architecture should take, in order to contribute to new social challenges in the fields of contextualized eco-housing, the conservation of heritage and the maintenance of an evolving cultural diversity in a globalizing world, should deal with the regeneration of the many « values » of heritage. But beyond any social, economic or environmental implications constituting the pillars of sustainable development, would it not be beneficial to replace Man and culture at the core of the paradigm?

2. EARTHEN ARCHITECTURE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

2.1 Converging agendas

The conservation of earthen architectural heritages now shares the sustainable development challenges faced by the construction sector. Indeed, the number of architectural heritages of cultural value is considerable, as revealed by the latest evaluation studies showing that nearly 80% of the world's population lives in vernacular structures (Paul Oliver's work[1] quoted by Avrami, 2004), 50% of which lives in earth-built homes, a phenomenon which is not only true for rural areas, as it concerns many historic urban centers[2]. The English architect Paul Oliver, from Oxford Brookes University, believes that vernacular architecture will be necessary in the future to "*ensure sustainability in both cultural and economic terms, beyond the short term*." (ibid., p.1). Thus, one can say that the agendas for both the conservation of

architectural and cultural heritage and "sustainable construction", are converging. Today, we refer more to the idea of a "sustainable built environment" by integrating not only the construction in itself, but also the "processes" of implementation necessary to achieve them, the operators involved in the commission and the execution, the management and the maintenance, but also the direct beneficiaries of society: humanity and its habitat. The re-evaluation of the domination of the building construction sector within the "*modern capitalist-industrial society*" (Cecere, 1995, p.87), and the necessary control of the negative externalities produced by this sector[3] may seem to possibly be based on the re-definition of the sustainable development model and its three virtuous pillars.

2.2. Which sustainable development are we referring to?

The approach and the recognition of the humanist and cultural dimensions of development as tools to build a "sustainable" future originated in the realm of humanities and social sciences. Ignacy Sachs, who founded the concept of "eco-development" during the Stockholm conference (1972), quoted by Sylvain Allemand (1999, p. 14), considered it is necessary to "*agree on the content*, *in this case the harmonization of social, ecological, economic but also ethical objectives"*. Thus, economic activity cannot be considered independently from the biosphere, the social cultural and the natural spheres. This is how humanity, now questioning itself, facing the future of the planet and humankind, finally begins to express an ethical point of view and ask not "how to produce more" but "why produce more?" We are witnessing the development of other militant visions in favour of a "friendly degrowth" or a "sustainable degrowth" or other ideas that call for "getting out of development" as suggested by the French economist Serge Latouche (2003, pp.15-18) extending the thought of Nicholas Georgescu-Roegen, for whom "*there is no doubt that sustainable development is one of the most harmful ideas* "(quoted by Bonaiuti, 2001, p.53[4]). Have we not realised the power of Ivan Illich's[5] ideas, around for already nearly forty years? Where, then, does earthen architecture stand, given all the considerations that we have just briefly stated?

2.3. Towards a human and cultural sustainable development model

The concept of sustainable development remains contested when mainly based on economical considerations, without being structured by a vision and a political momentum, giving priority to mankind and the improvement of living conditions, globally and locally. It is therefore desirable to pursue an effort to focus on cultural and "societal" issues, moving towards collective benefit sharing (more equity). The experience gained over the last twenty years in the field of conservation of earthen architectural heritages, in the framework of international and regional projects[6] has led to further questioning the concept of sustainable development, attempting to articulate the issues, questions and answers at the crossroads of "local" development schemes, linking economic, social, environmental and cultural components. This new perspective implies a greater complexity which seems to be in opposition with the normalization of the international concept and its "reproduced" models that neglect the diversity of contexts. Thus, one can reformulate the three pillars, focusing on a new centrality, that of "Culture" repositioned in the heart of the paradigm and display a new anthropological and societal vision of cultural and human "contextualized" development, opposing the "multiple" to the "unique" and think more in terms of "diversity" instead of considering universal "commonplace". And thus calling upon a "globalization" leading towards the blooming of Man and cultures... and "resist" against what some have called a "dirty globalisation" (in French: *immondialisation* - Singleton, 2004, p.440), generating even more human misery (Rahnema, 2003, p.129–130[8]).

What is the best way to react to the decay of the environment, and what opportunities are there to define and implement a new "sustainable system" where sustainability would be perceived as the maintenance of a triptyque of "capitals" (Gladwin (1999)[7]:

- The "ecological" capital (environmental or “natural”): preservation and management of renewable resources, cyclical biological processes and functions, services;
- The “material” capital (physical and financial): preservation and management of geological and non-renewable resources (minerals, fossil fuels, water aquifers);
- The “social” capital: everything dealing with education and learning, health, nutrition, skills, motivation and the ability to make projects, protection and security, social cohesion, rights and duties, standards and rules, fairness and freedom of opinion and association, the capacity to participate and decide for sharing societal benefits.

And how to redefine the strategies for balancing the interaction between these three capitals, and their focus on Man and culture, for the benefit of the global environment and humanity as a whole? How to move towards a projection of a “global” civilization, integrating and valuing “local” cultures? How to work towards more equity, justice and less poverty? And towards maintaining the biological and cultural diversity in a globalizing world that seems to produce more and more "scarcity"? (Yapa, 2003, pp.114-124).

3 - HUMAN AND CULTURAL STAKES

3.1. But what do we mean by “human”?

The French philosopher Michel Serre (2003, pp.69-105) considers Man as being at the heart of a "Great Tale" and as a "creator of evolution" in "exodarwinism", setting himself free from "creative evolution". He tells us that new answers are now to be found at the crossroads of new disciplines that "shed new light" on the subject (ibid. p.70). These new disciplines are, for example, nuclear physics, astrophysics, genetics, “hard” and “soft” sciences. Through the contribution of these disciplines, we are able to reconnect the long-lost link between nature and culture. We can thus distinguish a "natural time" that lasted for ages, through billions of years, and a "cultural time”, short, having only lasted a few milleniums: the time of cultures and civilizations. Man has transformed since barely half a century "*under the pressure of elements, more natural than cultural*" (ibid. p.80). We learned more about matter (the atom). We know better what life is with all the advances in biogenetics that shorten the time of Darwinian evolution and the mutation of the species. Astrophysics has opened new doors to the knowledge of the universe. Advances in communication technologies open new paths into space and time and significantly extend our relationship to knowledge (Internet). Development is no longer based on the relationship between Man and his environment, but on knowledge and its technical applications.

Thus, we have entered a different time, a time that is "condensed" by our technical actions that set us free from millions of years of "contingent" evolution. The human concept is, therefore, more of an adaptation to time, a "time short-circuit" (ibid, p.95). But this colossal condensation of "natural time" within the Great Tale, in the short span of the technician action, equals the projection of memory onto birth, and therefore, "we give birth to ourselves" (ibid. p.96). We escape from history, which becomes "a pit of oblivion" (ibid. p.102). Evolution is now in our hands and we can see that we end up depending on things that depend on us. Here is time for decisive choices if we claim to be able to preserve the length of human time and of the species. These decisive choices are estimated by our own ability to measure the temporal scope of our technician actions, which condense time. *Homo causa sui* - we are our own cause Serres concludes by stating that "*a culture is born today from discovering the secrets of every birth; in this way, it is born from this nature*”. Now is the time to acknowledge the "natural Contract" (ibid. p.105) that reconciles Man, nature and culture. A contract that

invites us to come to grips with the construction of our "promise of humanity" (Picq, 2003, pp.64-67), this "dignity to conquer" (Vercors, 1952 and 2002, p.662).

At the heart of this contract, undoubtedly, earthen architecture's techniques and building cultures, developed throughout the very short period of "cultural time", in view of the societal challenges that we are facing today in a time increasingly ruled by the technoscience, seem to create new opportunities for the development of "other 'habitable' spaces" based on the reconciliation between nature and culture. But before, we must break free from the "alienating" image of a dominant productive system and its excesses that have only served as factors of separation between nature and culture.

3.2. So, what is "culture"?

To consider the "human" dimension, beyond its organic and biological unit, can only be achieved through the prism of culture, or rather of "the cultures" in all their diversity. Claude Lévi-Strauss defined culture as follows: *"Any culture can be regarded as a set of symbolic systems that includes first and foremost language, regulations governing marriage, economic relations, art, science and religion. All these systems are designed to express certain aspects of physical reality and social reality, and more importantly, the relationships between these two types of reality and the relationships that symbolic systems maintain with each other*" [9] (1950, p.19).

UNESCO defines culture as follows: "*Culture in its broadest sense is defined as the whole complex of distinctive spiritual, material, intellectual and emotional features that characterize a society or a social group. It includes, aside from the arts and literature, the lifestyles, the fundamental rights, the value systems, the traditions and the beliefs of human beings*.[10] (1982).

In both definitions, we identify several components of the concept of culture: values, norms, institutions and artefacts, but also a dual significance of culture as both individual and, more importantly, "collective". But also the other dimension of a culture that is both "material" (or tangible) and "immaterial" (or intangible) as defined in the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage, adopted on October 17th, 2003 and ratified on June 20th, 2007. Questioning the relationships between "cultural" earthen architectural heritage and sustainable development, and moreover, the relationship between technical applications, habitat and time, the duration of time of which we are solely responsible for, since becoming "creators of evolution" (Serres, 2003), we would like to refer to the principles of "responsibility" and "precaution" as expressed by the German philosopher Hans Jonas, (1979), hoping to control the Promethean techno-behaviour and preserve a "habitable" earth. For the etymology of the word culture, brings us back to the Latin *colere* which also means "to inhabit". In this way, the reference to the history of earthen architecture and building cultures, their tangible and intangible values, their evolution, their recreation and their renewed transmission, allows us to consider new responses to the challenges faced by society today.

4. EARTH ARCHITECTURES' VALUES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

4.1. The production of "scarcity", subversive values of earthen architecture for a sustainable human and cultural development

One of the main critics of the development is that it is based primarily on the economy. This critics shows that this type of development generates a social construction of scarcity and that "*it is (...) impossible to eradicate poverty by producing "more*" *in contrast with "producing better" through "selective growth", for the constant creation of scarcity is precisely the lifeblood of economic production*" (Yapa, ibid, 2003, p.114). It would therefore be necessary, in the sense expressed by Jacques Derrida, to

"deconstruct" the opposing binary pairs that characterize Western thought, giving more importance to one of the elements to the detriment of the other: NATURE vs. culture, MALE vs. female, SPEECH vs. writing, CENTER vs. periphery, RICH vs. poor, DEVELOPED vs. underdeveloped, etc. These pairs constantly reinforce the centrality and uniqueness of the hegemonic model of developed countries. This hegemony must be opposed by the idea of a “multiple” centrality. Make sure that populations can meet their needs by valorising their own available resources “for” themselves in various ways, through "centralities” that are more fair socially and more economically viable, compatible with the local cultures and safe for the environment.

In tune with the goal to regenerate multiplicity, earthen architectures offer many advantages. They can help to subvert (reverse) the production of scarcity, to decentralize and to bring autonomy, in many different ways:

- Subvert technical scarcity, through the use of widely available materials, directly accessible locally, with different properties and adaptable to a wide range of building materials and a wide range of construction methods and techniques easily accessible and manageable;
- Subvert environmental scarcity by giving priority to nature (raw, unprocessed materials), helping to preserve scarce and non-renewable resources, reducing the use of fossil fuels (low grey energy consumption), using less water, reducing the negative externalities of industrial pollution;
- Subvert political and socio-economic scarcity, by giving back to the civil society and particularly the poor, the ability to handle and solve their own housing related problems, by helping to promote self-reliance, participatory approaches, mutual aid systems and labour-barter, "the mutual gift” (Mauss, 1923-24), self-produced materials and self-building, through a wide range of professions, jobs, the creation of small and medium enterprises and micro industries and by consolidating the exercise of "non-sovereign power", as defined by Michel Foucault (as opposed to class power and the narrow interests of capital in relation to the general interest);
- Subvert cultural scarcity, by valorising the knowledge and know-how linked to local building cultures, by revisiting the material and immaterial values of societies conveyed by these cultures as founding elements of social cohesion, and celebrating the strong creative potential of earth art which also play a part in the creative fulfilment of local populations (valorisation of the “pleasure” involved in creative processes using earth materials).

These are just some of the many subversive potentials of earthen architecture that should be explored further. These potentials convey a wide range of "societal values” that should be reconsidered in light of diversity, plurality and the multiplicity of forms of a “contextualized” sustainable development:

- Moral and ethical values or “virtues” (alterity, respect, sincerity, effort, courage...);
- Anthropological and cultural values (symbolic systems, social codes...);
- Political values (participatory democracy, responsibility...);
- Social values (social cohesion, solidarity...);
- Economic values (employment and job creation, decent incomes);
- Environmental values (resources and energies savings, reduction of negative externalities, protection of fauna and flora...);
- Scientific values (multidisciplinary research);
- Educational values (primary and secondary schools, universities, vocational training, public awareness);
- Spiritual values (inter-religious dialogue);
- Secular values (freedom and autonomy, equity and solidarity, brotherhood and responsibility);
- Historical values;
- Aesthetic values: a shared definition of "beauty";

- Sanitary values (health, pollution reduction);
- The values of the quality of life, welfare and well-being (comfortable spaces and environments...);
- …

4.2. Towards fairer measures

Many contemporary thinkers, in response to the negative externalities generated by human activities and their impact on the ecological footprint, have alerted us regarding the excessive nature of our actions, and the paradoxes in the way our society is perceived. Sociologist and anthropologist Frédéric Lemarchand has recently written (2003, p.77): *"(...) we are witnessing a fundamental division between a vision of society linked to the pursuit of the progressive ideal of "liberation" from all moral and political foundations (...) under the influence of technology on one hand, and, on the other hand, an imaginary of "exodus" from modernity, or even a resistance, a call for self-restraint and prudence, to establish a new ethic of responsibility aiming at re-establishing strong links between Man and his living space."* Reversing this paradox implies the definition of better-adapted scales, especially as a way to slow down the outburst of Promethean technoscience. Prefer the "less" and the "better" to the "more". Develop conditions of greater justice and equity. Focus on time, duration, the only dimension that we can control. Instead of focusing on profit and accumulation, focus on quality and not on quantity. This all leads to rethink the place of Man in nature, but also in relationship to the "other" more than in relationship to himself and his own "self-being" (Levinas, 1990).

4.3. An elementary need still not met for all: a home!

Earthen architectural cultural heritages may contribute, once again, to sustainable development through the conservation of earthen architectures, as well as through the reactivation of the creative path of the building cultures. In order to achieve new earthen architectures and thus contribute to human development, here considered as the improved living conditions and well-being, both physical and psychological - of individuals and communities. Individuals and communities need to be empowered to better manage and enjoy their living built heritage, but also to regenerate or recreate this heritage, for it is, fundamentally, the expression of their cultural identity inherited from the past and without which a present and a future cannot be envisioned. If the concept of development is understood in this manner, then we may recall that already in antiquity, the philosopher Epicurus (Letter to Menoeceus) identified four main needs. These were:

- The natural needs essential to sustain life (drinking, eating, sleeping), welfare (a home, hygiene, diet, disease management) and happiness (philosophy, friendship, wisdom);
- The natural aspirations, which we can do without (love, games, arts, sciences, etc.);
- The aspirations of human creation, which are artificial (wealth, glory, etc.);
- Mythical aspirations that are not achievable (desire for immortality, etc.).

More recently, the renowned sociologist and psychologist Abraham H. Maslow (1908-1970), one of the main protagonists of the humanistic approach to human development, focusing mainly on his "superior" motivations to achieve "self-fulfilment" and satisfaction, essential to his psychic health, conceived his famous hierarchy of needs (Maslow, 1943) in five levels from bottom to top:

- The satisfaction of physiological needs: food, drink, sleep;
- The satisfaction of safety needs: housing, resources, good health, protection against violence, enjoyment of psychological and moral security, enjoyment of emotional (or family) stability;
- The need for a sense of belonging, which is a social need: belonging to a group, being loved, being able to communicate and express oneself;

- The need to achieve self-esteem: respect oneself and respected others;
- The satisfaction of the need or desire for self-realization: enjoy full access to knowledge, and contribute, even modestly, to the development of the world.

But before reaching the top of the pyramid, how many humans today still have no access to the basic needs corresponding to the first level as defined by Epicurus and the first two levels as defined by Maslow, including the need for a shelter? Three billion, as estimated! The valorisation of “local” resources and cultures of earthen architecture will undoubtedly contribute to change this situation. And since we became "creators of evolution", it is up to us to decide and loudly demand the "right to build with earth" (LIVING IN EARTH Manifesto, 2009).

4.5. Earthen architecture and life cycle: products or processes of human and cultural development?

Which response strategy is carried by earthen architectures, for a sustainable development, between its cultural significance, both preserved and upgraded, and a regenerated modernity? This question invites us to revisit the concept of Life Cycle Assessment (LCA), which emerged in the 1970s, and the methods that it produced, aiming at determining the environmental profile of "products". These methods take into account all stages in the life cycle of products, "from cradle to grave”, from the extraction of raw materials until the end, through all the intermediate stages of production, transmission and consumption. Applicable to buildings, a Life Cycle Assessment or an “ecobalance” is primarily a method for assessing their environmental "performance". The concept of life cycle mainly takes into account the calculation of "induced energies" and relates to a "consumable" architecture, entropic and with a limited lifespan (100 years maximum, or less). In fact, what is designated by the concept of induced energy does not take into account other important considerations such as the pollution of soil and water, and the impact of materials to our health.

However, we do not have access to all the necessary data to adequately investigate the life cycles of all components or products used to construct buildings. Despite of the interest evoked by this theory, we primarily focus on energy consumption in terms of environmental impact. Thus, the theoretical methods, the models used for LCA studies, more or less inspired from one another, inevitably refer to "multi-criteria" decisions and induce different levels of management of complexity. In terms of use, it is virtually impossible to meet all criteria, which leads to make choices based on the recognition of fundamental concepts and essential ideas, and to base our choices on often “subjective” considerations. Finally, the performance assessment methods based on LCA studies can only be "consensual". Through these considerations, it seems clear that there is a need to place Man and culture at the core of analytical models of life cycles, taking more into account the "processes" of human and cultural development and not only focusing on the "products". Beyond the Human Development Index (HDI), put forward by the UNDP since 1990, could we not suggest a new indicator that would also take into account cultural development, the HCDI, "Human and Cultural Development Index”? Aside from considering the life expectancy, the level of adult literacy and the level of income per capita, this index would incorporate the approaches of Epicurus and Abraham H. Maslow, aiming for the development and self-realization of Man, not only as a global objective but rather as a contextualized objective, concerning the strengthening of “multiple” cultural centralities.

Going back to the brief analysis of the values suggested above, balancing it with the elements of the life cycle analysis, we can clearly see that the integration of the human and cultural components of sustainable development in the new paradigm requires that all phases of the life cycle of processed materials, from their transformation to their recycling, be reconsidered in light of the analysis of values. This concerns all products

and processes. Perhaps, then, we would be more capable of integrating other considerations - with their induced actions and activities - such as:

- The perpetuation of a cultural identity rooted in the recognition of “belonging” and being part of the history of cultures and civilizations;
- The valorisation of traditional knowledge and know-how, the crafts and the arts;
- A better cooperation between knowledge and know-how throughout the whole life cycle;
- The ability to transmit knowledge and know-how, to ensure the continuity of local architectural building cultures;
- The ability to reinterpret, through continuity and change, the tangible and intangible values brought by the architectural cultural heritage: the regeneration of anthropological and sociological references for the production of housing structures, spaces and practices that correspond to local cultural identities and lifestyles, with high-quality standards;
- The reconsolidation of social cohesion around the value systems conveyed by a heritage that is preserved, managed and maintained with pride, through responsible and participatory approaches;
- The ability to maintain the human scale in the production of architectural and landscape elements, encouraging cultural exchanges and confrontations, social exchange and environmental awareness. To follow the path of "reason" and "wisdom" of ancient builders, opposed to the technological arrogance and “sacralization” of technology: balance vs. excess;
- The development of a form of social "aesthetic ethics" that is more widely shared: the ability to regenerate the architectural heritage by continuing to provide a sense of beauty, recreating the relationship between building, architecture, the crafts and the arts. The reinforcement of the capacity to resist a global macro-culture that includes mediocre or even distasteful catalogued products, folklorist approaches, and arrogant iconic architectures;
- The impact on the social behaviour of individuals and groups, regarding "urban" values and virtues: politeness and courtesy, attention, kindness and civility, communication, dialogue and expression, life skills and social skills, dedication and solidarity… all of which can contribute to stop all manifestations of savagery in urban contexts, resulting from a loss of social cohesion and the violent assertion of the self in relation to others;
- The cultural development manifested by the impact on the improvement of freedoms, the recognition of the most disadvantaged members of society, the protection of women and children, still too often mistreated, and generally, the improvement of the living conditions of disadvantaged populations;
- and… what else?

5. CONCLUSION: an inspiring heritage to fulfil our “promise to humanity”?

The updating and renewal of earthen architectures, of Man’s relationship to territories and their natural and cultural resources, creates the opportunity to help developing a more “sustainable” vision of society and habitat that are better adapted to the true nature of humans and cultures. Maybe then can we hope to bring further responses to Diogenes' famous aphorism: "*I am looking for Man*”, which may be interpreted as “I am looking for the humanity of Man" or "I contribute to the advent of Man’s humanity". Indeed, if we are "creators of evolution", if we are born from ourselves in an environment that is “projected” by ourselves, should we not, after having realised the danger of extinction of our planet, try to reach our own humanity, and accomplish our "promise of humanity"? (Picq, 2003, p.67). How? By opening up to the world and to a better recognition of a differentiated “alterity” (Levinas, 1990), diverse in its “natures” (or births) and its “cultures” (or histories). Through a reconnected dialogue between nature and culture, the two concepts being parallel, distinct and incomparable, insubordinate to each other and complementary. By building the "humanity of the

human" through an ethical dialogue, without domination (Habermas, 1990). By leaving behind a humanity that is working obsessively to achieve constant innovation and technologic renewal. By overcoming our fears and paralyzing blockages (Jonas, 1998) and repositioning ourselves in a vision different from the "ideal of progress", that has become an increasingly abstract moral and political basis, only subject to technique, which is itself subject to high productivity growth. By repositioning ourselves in an " imaginary of exodus" (Lemarchand, 2003) or within a "resistance" based on caution and prudence, to start a new ethic of responsibility supporting the process of re-rooting Man to his living territories. Are earthen architectures, millennia-old and universal as demonstrated by their constant presence throughout the humanity's "Great Tale", this short period of culture and civilization, able to inspire us as models, both "preserved" and "surpassed" (recreated), to restore better bonds between Man, nature and cultures? Yes, we still have the right to live on this earth, and thus to build with earth, a right that becomes, then, non-negotiable.

Bibliography

Allemand, S. (1999). Développement durable et sciences sociales. *Sciences Humaines n°92.* Auxerre: pp.12-17.

Avrami, E. (2004). Cultural Heritage Conservation and Sustainable Building: Converging Agendas. *Industrial Ecology (Dec. 2004) : 11-13*. New Brunswick, NJ : Rutgers University

Berland, J.P. *et al.* (2003). *Défaire le développement. Refaire le Monde*. Paris: Edition l'Aventurine / Parangon

Bonaiuti, M. (2001). *La Teoria bioeconomica. La "nuova economia" di Nicholas Georgescu-Roegen*. Rome: Carocci, p.53.

Brueller, J., dit Vercors (2002). : L*e Silence de la Mer et autres œuvres*. Paris : Edition de Alain Rifaud, Omnibus, 1085 p., pp.662 (in *Les Animaux dénaturés*, 1952).

Cecere, C. (1975). Le tecniche del « crudo » dal manuale all'inventario. Il passagio al "moderno" tra maginalità e alternativa. *Habitat a Architetture Di Terra. Le potenzialità delle tradizioni construttive* (a cura di Franco Storelli). Rome: Gangemi Editore, p.87.

CRAterre et revue Ecologik (2009). *Manifeste « Habiter la Terre ».* Available at : www.manifesterre.net

Epicure, (-341 / -270). Lettre à Ménécée. *Lettres, Maximes, Sentences*, trad. J.-Fr. Balaudé. Paris : Le livre de poche.

Gladwin, Th. N. (1999). A call for sustainable development. Mastering Strategy. Londres : *Financial Times, (Dec., 13, 1999),* pp.2-4.

Habermass, C. J. (1990). *L'Ethique de la discussion*. Paris : Champs, Flammarion.

Jonas, H. (1998). *Le principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique*. Paris: Le Cerf.

Latouche, S. (2003). Le développement n'est pas le remède à la mondialisation, c'est le problème ! *Défaire le développement. Refaire le Monde*. Paris : Edition l'Aventurine / Parangon, pp.15-18.

Levinas, E. (1990). *Autrement qu'être ou au-delà de l'essence*. Paris : LGF, Le Livre de poche, coll. Biblio-essais.

Lemarchand, F. (2003). La Société épidémique, au risque de l'effondrement général des limites. *Défaire le développement. Refaire le Monde*. Paris : Edition l'Aventurine, Parangon, p.77.

Lévi-Strauss, C. (1950). Introduction à l'oeuvre de Marcel Mauss. *MAUSS, Marcel*. Paris: Sociologie et Anthropologie, PUF, p.19.

Maslow, A. H. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review, 50*. Princeton, American Psychological Association, pp.370-396.

Mauss, M. (1923-24). L'Essai sur le don. Marcel Mauss, Sociologie et anthropologie. Paris : *Revue l'Année sociologique, 1923-1924.* Réédité, Puf, coll. Quadrige, 2001.

Picq, P., Serres, M., Vincent, J.D. (2003). *Qu'est-ce que l'humain ?* Paris : Editions Le Pommier, Cité des Sciences et de l'Industrie.

Rahnema, M. (2003). Obstacles sur le chemin de la pauvreté. *Défaire le développement. Refaire le Monde.* Paris : Edition l'Aventurine / Parangon, pp.129-130.

Singleton, M. (2004). Le World Social Forum de Mumbaï (Janvier 2004): Foire, Foutoir ou Foutaise. *L'Homme est-il un animal sympathique ?* Paris : Editions La Découverte, pp.428-440.

UNESCO, (2003). *Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel*. Paris: UNESCO (October, 2003, p.17).

Yapa, L. (2003). Déconstruire le développement. *Défaire le développement. Refaire le Monde*. Paris : Edition l'Aventurine / Parangon, pp.111-124.

Notes:

[1] Centre for Vernacular Architecture Studies, Oxford Brookes University, United Kingdom.

[2] Among the 227 towns which are registered in the list of the Organisation of World Heritage Cities, 61 are either built in earth or a great portion of their urban tissue is built with this material.

[3] The construction sector is consuming about 50% of the resources extracted from nature, and 25 to 40% of energy used globally; the wastes of this sector arise to 30 to 50% of the total amount of waste produced by the richest countries.

[4] Mauro Bonaiuti is a professor at the University of Modena, Italy. In this book, the author quotes a correspondence between Nicholas Georgescu-Roegen and J. Berry.

[5] Ivan Illich founded the CIDOC (Centro Intercultural de Documentación) in Cuernavaca, Mexico.

[6] We are referring to "Gaia" and "TERRA" projects (CRAterre, ICCROM and GCI) and to Africa 2009 programme.

[7] Thomas N. Gladwin is a professor at the Max McGraw Foundation and at the School of Natural Resources and Environment of the University of Michigan, Chicago. We refer to an article that he published in the Financial Times, on Dec 13th, 1999.

[8] We clearly distinguish poverty from misery, as stated by Saint Thomas Aquinas who defined misery as the lack of access basic vital resources. See also Majid Rahnema – Quand la misère chasse la pauvreté. Paris : Editions Fayard/Actes Sud, 2003.

[9] Quoted by Denys Cuche, in *La notion de culture dans les sciences sociales*, La Découverte, Paris, 2004 (3ème édition), p.43.

[10] Mexico City Declaration on Cultural Policies. World conference on Cultural Policies, Mexico City, July 26th – August 6th, 1982.

Curriculum

Hubert Guillaud: architect, professor at the National Superior School of Architecture of Grenoble (ENSAG), France, scientific director of CRAterre-ENSAG research laboratory. Responsible of the UNESCO Chair “Earthen architecture, building cultures and sustainable development”. Co-author of the Traité de construction en terre, 1989.

Hugo Houben: physicist, research engineer at CRAterre-ENSAG research Laboratory where he is responsible of the research programme on earth materials. He has been the co-director of the successive Gaia and Terra Projects which have been implemented with ICCROM and the Getty Conservation Institute between 1987 and 2007. Co-author of the Traité de construction en terre, 1989.

THERMAL PERFORMANCE AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF CONTEMPORARY EARTH ARCHITECTURE IN PORTUGAL

Célia Macedo[1], Smita Chandiwala[2]
OXFORD BROOKES UNIVERSITY – School of the Built Environment, UK
[1]Tel: (+44) 07775749623, E-mail: celia.macedo@brookes.ac.uk
[2]Tel: (+44)1865 483925 , E-mail: schandiwala@brookes.ac.uk

Theme 4: Vernacular and Contemporary Architecture
Key words: Rammed Earth, Thermal Performance, Environmental Impact.

Abstract
Guaranteeing protection against the climatic elements no longer represents the single purpose of a building. Thermal comfort and well-being of its occupants has become increasingly important as living standards of modern societies have risen considerably, mostly made possible by a constant and inexpensive supply of energy from fossil fuels. This energy used to heat and cool our buildings, is now recognised as a major contributing factor for climate change, caused by greenhouse gas emissions in the environment. There is hence, an urgent need to move towards environmentally sustainable buildings which maintain comfort while reducing their dependence on fossil fuels, to minimise and counter this threat posed by climate change.

Earth, represents a low environmental impact building material and has been used for centuries, in traditional and vernacular architecture to provide comfort by responding to local climatic conditions. Revisiting those techniques and applying current knowledge and skills to earth architecture, has the potential to contribute towards reducing the environmental impact of present day buildings while still maintaining comfortable conditions for the occupants. Previous research has mostly studied the technical aspects of earth construction, with limited focus on thermal performance of earth buildings and especially, its relation to the thermal comfort of the occupants. Within this context, this study tests the viability of employing earth construction in low rise dwellings with a particular emphasis on its thermal performance.
This paper reflects the study carried out within the framework of an MSc thesis, on the analyses of the thermal performance of contemporary earth houses, focusing on three case studies located in the southern area of *Alentejo* in Portugal.

The methodology used combines thermal modelling of the houses with real data collection of internal temperatures during both the summer and the winter periods. It is accompanied with occupant surveys to assess the users' perception of internal conditions within the house. The study hence focuses on both the 'hard' quantifiable data and the less identifiable but equally important 'soft' qualitative information from the surveys, to holistically evaluate the role of earth construction in achieving thermal comfort in contemporary dwellings in Portugal as well as its possible contribution towards a more sustainable future.

The findings from this research work led to the conclusion that rammed earth, when used with no insulation, although it shows a very effective thermal behaviour during the summer fails to provide comfortable thermal conditions during the coldest periods of the year. However, this problem can be overcome when insulation is used, thus providing thermal comfort both during the winter and during the summer.

1 . INTRODUCTION

According to scientists and researchers, the human impact on global warming is now a given fact. The burning of fossil fuels and consequent greenhouse emissions are deeply affecting the planet at a global scale (Smith, 2007). The building sector alone accounts for more than half of the primary energy consumption globally and consequently for the same portion of greenhouse gas emissions (Roaf et al., 2007). There is hence an urgent need to tackle this serious problem, turning the building sector into part of the solution, and contribute towards a more sustainable world.

The belief that earth as a building material can play a key role in a new more environmentally conscious building paradigm is currently being supported by numerous experts who point out its environmental, cultural and economical advantages when compared to other, more commonly used building materials.

Furthermore, due to its qualities, earth has a lower impact when compared to more conventional building materials. The raw-material to be used in the construction is usually dug from the site, and even if some mechanised system is required to dig, mix or place the earth, the construction process still has a lower embodied energy than a similar construction in brick, concrete or steel (Kimmis et al., 1997). Berge (2000) reinforces this idea and remarks that, in the context of the locally built houses, there is no other construction technique that can compete with the earthen ones in terms of its low environmental impact.

According to a life cycle analysis, carried out by Roaf et al. (2007), which included embodied energy and emissions, it was determined that a house built from rammed earth and local timber has “a lifetime energy impact in the region of 20% less than a house built using medium-density concrete blocks” (Roaf et al., 2007, p.63). The same authors suggest a mix of high thermal mass and timber-framed construction as an interesting and effective strategy for housing, both in terms of low impact and comfort.

Portugal is one of the European countries where earthen architecture is present and evenly spread across the territory since a very early period. The development of earth construction in Portugal reflects the history of the country itself, where several occupations took place and thus a diversity of cultures and traditions were assimilated. Furthermore, due to the country’s strategic geographic location by the Mediterranean Sea, which acted as a link to Europe, great civilizations from the East exported their knowledge, inevitably influencing the local customs (Pinheiro, 1991).

Recently there has been a revival of earthen construction techniques in Portugal. Many clients are taking the challenge and choosing earth as building material for the walls of their houses. According to some architects involved in such projects, most of these clients are originally from the country’s largest cities, such as Lisbon. Amongst the reasons for their choice is the awareness of the delicate environmental situation, the search for a healthier house away from the stress of an urban life (Correia, 2007), and also some kind of willingness to preserve the local traditions, although a few also choose to have an earthen house with a modern design.

Although the thermal properties and low environmental impact of this millenary building material apparently make it a suitable choice for today’s demanding building industry, where the need for sustainable buildings is growing, there are still various obstacles to overcome in order to make the material competitive with other current solutions.

2. SCOPE AND METHODOLOGY

This study, developed as part of an MSc thesis, looks at evaluating the thermal performance of contemporary rammed earth houses in a particular area of Portugal, as well as the environmental impact of this building material. In order to so the following methodology was used:

- Literature review - The literature review focused on both sustainable architecture and earth architecture as concepts, specifically in what concerns the environmental impact of materials and embodied energy;
- Analysis of three case studies, which were selected according to: (a) The material and technique used to build the walls – Rammed Earth; (b) The location – All three buildings should be located within close distance of each

other so that the external conditions could be similar; (c) The acceptance and collaboration of the occupants towards the study;

- Real monitored performance data within the case studies was collected during January/February and July/August. In order to conduct the analysis of the case study's internal thermal conditions two different methods were used: Data loggers were used to record the internal air temperature and occupancy surveys undertaken to determine the occupants' perception of the space in terms of thermal comfort;
- Additional data was collected during 3 field study visits - December, June and August;
- This information is further supported with IES modelling of different construction types.

3 . FINDINGS

3.1 Case Studies





Figs 1, 2, 3 – Case Studies 1, 2, 3 (photos by author, 2008)

The analysis conducted to the case studies revealed that, in terms of thermal performance, the building material earth appears to be more effective during the warmest periods of the year. Although the daily temperatures maintain a relatively constant trend, should a total passive solution be adopted during the winter, i.e. no use of auxiliary heating system, the rammed earth walls alone do not seem to be sufficient to guarantee a comfortable internal temperature.

According to the occupancy questionnaires the heating is mostly used during the evening periods, which increases the internal gains and helps to keep the temperature at a comfortable level during the rest of the day.

Contradicting the poor winter performance, rammed earth houses, are able to provide quite comfortable conditions when the external temperatures are higher. The buildings' occupants have revealed though that the night-cooling ventilation is essential in order to control the internal environment during the summer. In addition, the heat storage capacity of this material is more obvious during the summer as the thermal delay keeps the internal temperature down when the external is higher. Afterwards the heat transfers to the inside progressively.

The information collected during this study also confirms that all the buildings' elements will have some role of influence in the overall thermal performance of the building. For instance, in case study 2, a poor insulated roof reveals a weak point, which explains the lower temperatures in the winter and the heat peaks in the summer. Supporting this theory is also the example of case study 3, where infiltration from a window frame is compromising the heat storage of the thermal mass.

The outcomes appear to indicate that a more airtight and insulated earthen building would successfully provide comfort throughout the year, regardless of the external conditions.

Following these findings an investigation was conducted on how different construction solutions can influence the internal thermal environment of a building

3.2 Thermal Simulation

Following the thermal performance analysis, the thermal simulation aimed not only to assess the thermal performance of an earthen building, but also to compare it with a building constructed with commonly used materials. Moreover it also intended to investigate how to enhance the performance of a rammed earth building by experimenting with different construction options. The computer model is identical in terms of its materiality and proportions as Case Study 3, whether in terms of its physical conditions - shape and materials – or the external environment. The latter, however, was not entirely possible to achieve, as there was no available weather data integrated in the IES-VE software for the exact location of the case studies, therefore the closest weather station in the software database was selected.

3.2.1 Simulation Conditions

Construction Options:

1) Conventional construction:
External wall – plaster (15mm), perforated brick (200mm), polyurethane board (40mm), cavity, perforated brick (70mm), plaster (15mm) – U-value: 0.5W/m^2K
Internal wall - plasterboard, brick, plasterboard
Glazing: Double glazing, timber frame

2) Timber frame:
External – brick outer leaf (100mm), cavity (75mm), polyurethane board (25mm), cavity (110mm), gypsum plasterboard (13mm) – U-value: 0.58 W/m^2K
Internal walls - plasterboard, brick, plasterboard
Windows: double glazing, timber frame

3) Lightweight construction:
External - weatherboard (20mm), cavity (50mm), plywood (18mm), insulation board(150mm), plywood (18mm), cavity (25mm), plasterboard (15mm) - U-value: 0.22 W/m^2K
Internal walls - plasterboard, brick, plasterboard
Windows: double glazing, timber frame

4) Simple rammed earth wall:
External wall - rammed earth – U-value: 1.96W/m^2K
Winter garden wall - Slate stone (500mm)
Internal walls - Earthen walls (200mm)
Windows – Double glazing, timber frame

5) Insulated rammed earth wall (40mm insulation):
External –plaster (15mm), cork insulation (40mm), rammed earth wall (500mm), plaster(15mm) – U-value:0.65W/m^2K
Winter garden wall - Slate stone (500mm)
Internal walls - Earthen walls (200mm)
Windows: double glazing, timber frame

6) Insulated rammed earth wall (60mm insulation):
External –plaster (15mm), cork insulation (60mm), rammed earth wall (500mm), plaster(15mm) – U-value:0.49W/m^2K
Winter garden wall - Slate stone (500mm)
Internal walls - Earthen walls (200mm)
Windows: double glazing, timber frame

Internal Gains:

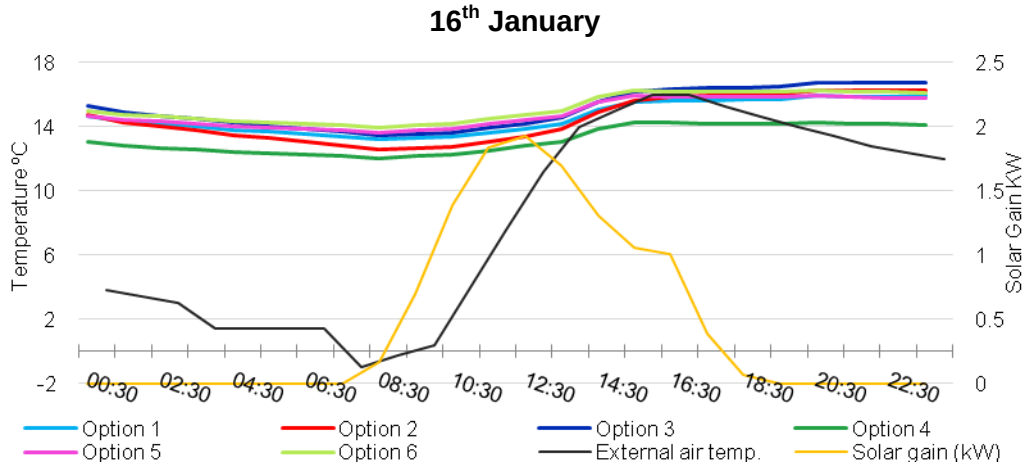
The building model intents to reproduce the occupancy of a real house, hence some internal gains were considered as well as their respective schedule of occurrence. They are as follows:
- Two people; Lighting; Appliances; Cooking; Computer; TV; Various gains (small appliances distributed through the house); Passive Solar gain.

Climatic Conditions:

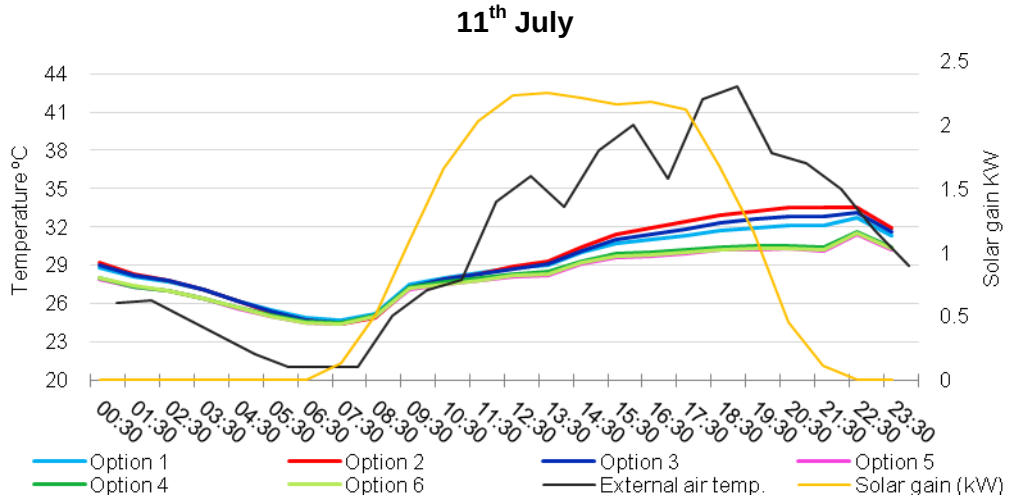
Although the initial intention was to simulate the model with the same weather conditions as the Case study building, due to lack of weather files on the software that was not possible. The solution was therefore to apply the data from the nearest weather station, which in this case was Sevilla, in Spain.

Nevertheless, this fact did not affect the final outcomes, as the simulation was treated as an independent investigation and provided its own conclusions, which can be complemented with the results from the actual field measurements.

3.3 Thermal Performance – Comparison between construction types



Graph 1 – Graph illustrating the thermal performance of the different construction options modelled during a winter day.



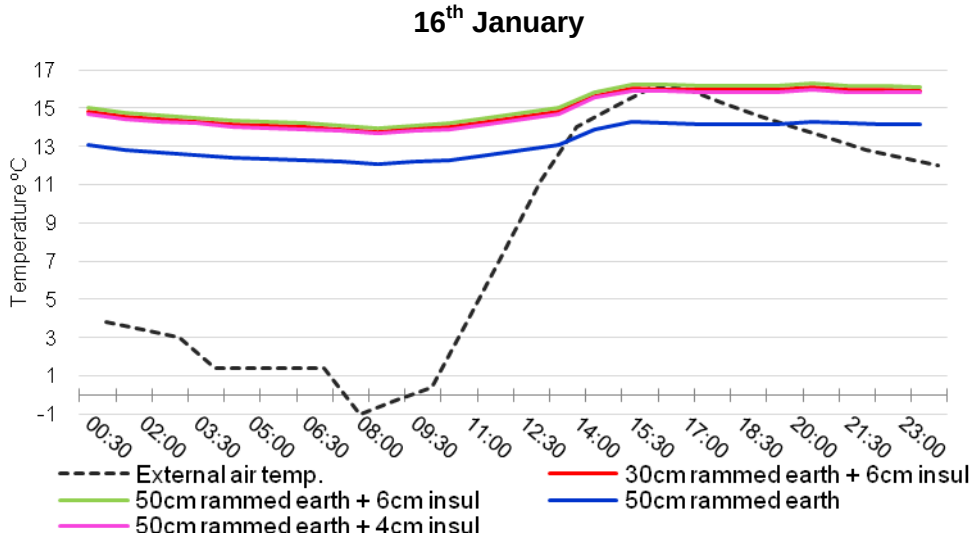
Graph 2 – Graph illustrating the thermal performance of the different construction options modelled during a summer day.

3.4 Thermal Performance – Comparison between rammed earth options

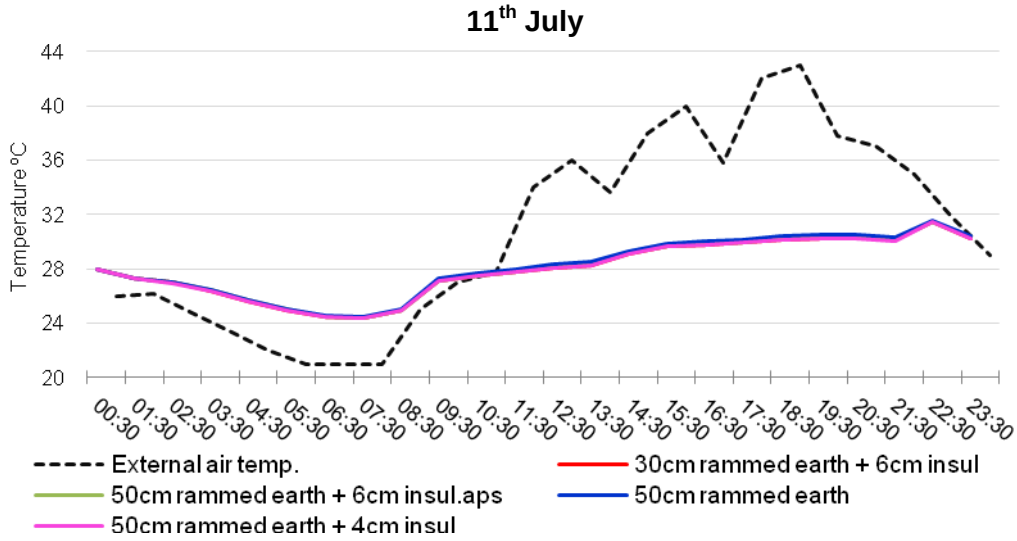
According to the outcomes from the thermal simulation, it was possible to ascertain that a dwelling built mainly with earth can have advantages in terms of thermal comfort.
Although the rammed earth walls give the impression of failing during the coldest period, when compared to the other options, if insulation is added to the external side of the wall, this problem is overcome.

The Option 3 - lightweight - model is able to provide higher temperatures in the winter, but its performance decreases during the hottest period of the year, whereas an insulated earth wall will maintain a cooler internal environment.
In addition, this simulation indicates that the non-insulated earthen buildings would be more appropriate to hot climates, while lightweight construction would have a better performance in cold climates. Moreover, the addition of insulation can now solve the

apparent non suitability of earth in cold climates, making earthen walled buildings effective in terms of thermal performance, both in cold and hot climates.



Graph 3 – Graph illustrating the thermal performance of the different rammed earth options modelled during a winter day.



Graph 4 – Graph illustrating the thermal performance of the different rammed earth options modelled during a summer day

4 . CONCLUSIONS

Temperature measurements taken for the winter and summer periods provided the basis for a general analysis of the buildings' thermal performance. Summing up, all the case studies revealed low temperatures (below comfort levels) during the winter period, whereby occupants occasionally demonstrated dissatisfaction. During the summer the thermal mass of the walls, combined with a night cooling ventilation strategy, contributed for a comfortable internal environment.

The thermal simulation conducted on IES-VE, compared the thermal performance of different materials used for the walls (Graph1 and 2), amongst which were several types of earth-based walls, in a virtual building that mimicked the real conditions as close as possible the real case study 3.

This had the intention of determining which of the construction options would effectively provide comfortable internal conditions, without having to revert to any auxiliary heating or cooling systems.

With regard to winter conditions, the single rammed earth wall is definitely the worst option, whereas the lightweight construction, along with the rammed earth wall with the thicker insulation, represents the best options.
The summer simulation, on the other hand, shows that all the earth-based walls are equally the most effective, and this time, the lightweight construction, which had the best performance during the winter, is amongst the worst performers.

Furthermore, a separate simulation (Graph 3 and 4) focusing only on determining the influence of the walls' thickness on the overall thermal performance revealed that, when insulation is used, there is no significant difference between a 300mm and 500mm earthen wall, during the winter.

Based on the outcomes from both the case study analysis and the thermal simulations, it is possible to conclude that earthen walls can be highly effective during the warmer periods of the year; however the same does not occur during the colder periods. Nevertheless, according to the thermal simulation results, this problem can be easily overcome by adding insulation to the external face of the rammed earth walls. Moreover, the simulation also revealed that this solution (rammed earth plus insulation on the outside) is indeed the best option compared to all the others, since it is able to maintain higher temperatures during the winter and lower temperatures during the summer. This option is also supported by Simões (2006), which claims that although the insulation can indeed be placed on the internal face of the walls, the building will perform better when the insulation is placed on the outside, as the thermal mass is in direct contact with the interior.

Taking into account all the information gathered and accessed for this paper, it can be stated that earth as a building material, when integrated in a carefully designed project has the potential to provide comfortable internal conditions throughout the year passively, thereby avoiding the use of any heating or cooling systems. In theory, this would mean that during the occupancy period of such buildings no energy would be required to maintain comfortable internal temperatures. Adding to all the above mentioned facts the low embodied energy required for the construction of earthen walls as well as their recyclability as two other sustainable bonuses of the product, it seems fair to consider this building material as a worthy choice able to contribute to a more sustainable built environment.

Bibliography:

Berge, B. (2000). *The ecology of building materials*. Translated by F. Henley. Oxford: Architectural Press.

Correia, M. (2007). *Taipa no Alentejo – Rammed earth in Alentejo*. Lisboa: Argumentum.

Kimmis, S., Harrison, P., Woolley, T. & Harrisson, R. (1997). *Green building handbook: a guide to building products and their impact on the environment*. London: E & FN Spon.

Pinheiro, N.S. (1991). *Uma reflexão sobre arquitetura em terra crua*. Lisboa: Author's edition.

Roaf, S.; Fuentes, M.; Thomas, S. (2007). *Ecohouse: a design guide*. 3rd ed. Oxford: Architectural Press.

Simões, F. (2006). A qualidade térmica da terra e o desafio da regulamentação energética. In M. Achenza; M. Correia; M. Cadimu; A. Serra; eds. *Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality*. Lisboa: Argumentum. pp.52-54.

Smith, P.F. (2007). *Sustainability at the cutting edge: emergy technologies for low energy buildings*. 2nd ed. Oxford: Architectural Press.

Curriculum

Célia Macedo - PhD researcher (Oxford Brookes University/UK since 2009), MSc Energy Efficient and Sustainable Building (Oxford Brookes University/ UK, 2009), Architect (*Universidade Lusíada*/ Lisbon, 2005)

Smita Chandiwala - Research Fellow, Oxford Institute of Sustainable Development, Department of Architecture, (Oxford Brookes University)

EXPERIENCIAS DE ARQUITECTURA CON TIERRA EN BOLIVIA Y JAPÓN

Shinichiro Takahashi
Oficina de Arquitectura y Taller de Espacio en Tierra ”SoBaTo”
Ueru 301 ,3-30-10 Izumi Suginami-ku Tokio-Japón
Tel: (+81) 80 3425 6174, Fax (+81) 45 402 6617
E-mail: sobato@hotmail.co.jp www.sobato.jp

Tema 4: Arquitectura Vernácula y Contemporánea
Palabras clave: Adobe, participación comunitaria, experiencias constructivas

La tierra es el sustento para nuestro alimento y para la vivienda, además tiene gran riqueza y es abundante. Desde hace siglos en Sudamérica existen diferentes técnicas que han utilizando la tierra para la estructura de viviendas indígenas , con las técnicas de tapial, adobe y el tepe en Bolivia y Perú. Estas técnicas aprovechan al máximo las cualidades de la tierra y esto me ha llevado a realizar experiencias constructivas en Bolivia y Asia. Por el contrario de Japón, normalmente la tierra se utilizo para revestimientos o acabados bellos para muros, como la técnica del muro "Ootsu Migaki" que se empezó a desarrollar con la base de quincha de bambú.

En Bolivia realice trabajos con el cargo de representante local en organizaciones no gubernamentales que se dedican a la alfabetización y educacion alternativa: “GATCCEA” (Grupo de asistencia técnica para construir centros de educación alternativa); “UNICEF” e "INFANTE", en Cochabamba. Alli se construyeron cuatro centros junto con la participacion de indigenas de Cochabamba, donde se utilizó adobe y revoque de tierra con técnica japonesa.

En Japón se realizó un proyecto del uso de la tierra como materia prima de la construcción. Por ejemplo, la remodelación de una casa y un restaurante usando bloque de tierra con cemento.

Para ambos proyectos de Boliva y Japón se hizo un analisis del suelo con la curva granulométrica y se realizaron estudios sobre sistemas de construcción sismoresistentes con tapial con la Universidad Nacional de Yokohama y la Universidad Nacional de Tokyo. Considerando estos análisis científicos, comparto la experiencia sobre las posibilidades que tiene la construcción sostenible con participación comunitaria.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, Sudamérica, se han construido tres centros alternativos utilizando la tecnica de adobe. Asimismo en Tokyo, Japón, he tomado parte de tres proyectos de construcción con participación comunitatia.

2. EXPERIENCIAS DE ARQUITECTURA CON TIERRA EN BOLIVIA

Para construir el centro de educacion alternativa y alfabetización, espacio que se creo para aprender el idioma castellano en comunidades indigenas, de bajos recursos, ademas de otros oficios como los tejidos, centro apoyado por el grupo GATCCEA, se aplico el usó de la tierra con tecnologia local en Cochabamba, Bolivia, con una manera de hacer adobe (fig. 1) y de construir una cubierta tradicional con paja para el techo.
Otra con tecnologia contemporanea de Japon y la colaboración de personas locales, UNICEF, ONG "INFANTE" y la participacion del municipio de cada zona.

Por el uso de material disponible en la naturaleza y la tecnologia de local, las personas de local pudian asistir a la construcción.

2.1 La primera experiencia: 1er Centro de educación alternativa y alfabetización

En la zona de Floresta, Cochabamba, se encuentra el primer centro de educación alternativa y alfabetización.“INFANTE”, es una ONG que se encarga especialmente en la alfabetización de las mujeres en este distrito, como no se contaba con aulas escolares, se solía estudiar al aire libre. Realizar estas actividades asi, acarrea

algunas dificultades, por las temporadas de lluvia y los ventarrones. Al estar a una altitud de 2500 m.s.n.m, las variables climáticas no son muy favorables aunque el clima esté soleado, no hay condiciones para un aprendizaje adecuado.

En la construcción de las aulas se incorporaron experiencias locales y costumbres de los pobladores, ellos cooperaron en la planificación y la construcción de las obras.
EL proyecto en septiembre del 2001 concluyo la primera aula y la totalidad finalizó en mayo del siguiente año. Se utilizaron materiales naturales como el adobe y los troncos de eucalipto. Actualmente las aulas están siendo utilizadas para la alfabetización, cursos y talleres para los niños.



Fig.1 – Fabricación de adobe, Cochabamba, Bolivia.
(Crédito: Shinichiro Takahashi, 2001)

2.2 La segunda experiencia: 2º Centro de educación alternativa y alfabetización
El Segundo centro de educación alternativa y alfabetización se sitúa en la zona de la "Ciudad de los niños". Esta zona al igual que la primera experiencia, es donde la ONG "Infante" apoya en la capacitación y alfabetización de las mujeres, sin embargo las condiciones del lugar son igualmente críticas. El espacio que se utilizaba para reunion de la comunidad y como consultorio era un espacio de 3 m x 6 m que era prestado por el centro tambien para la educacio. Considerando las condiciónes y el número de alumnos, "Infante" decidió proceder con la construcción de lo que sería su segundo centro de educación.

Esta construcción utilizó al igual materiales naturales (pajas, tierra y piedras) y se construyó elaborando 30.000 adobes, la base o cimentación se realizo con concreto y otros materiales, todo con la participación de mas de 100 pobladores.
Actualmente se están aprovechando estos espacios para cursos de alfabetización e higiene.

2.3 La tercera experiencia: 3er Centro de educación alternativa y alfabetización
El tercer centro de educación alternativa y alfabetización se construyo en el pueblo de Kochi – Vaqueria, se encuentra a una altitud aun mayor de 3.800 m sobre el nivel del mar. Este pueblo no cuenta con servicios básicos como el agua y teléfono.

En octubre del 2002, cuando la ONG Infante llego, la UNICEF de Cochabamba realizaba cursos de alfabetización dos veces a la semana, en un programa denominado "YUYAI JAPINA". Al igual que los dos primeros proyectos de "Infante" el aula para 36 alumnos era de 3 m x 6 m. Las condiciones de los espacios eran muy precarias, las ventanas estaban con los vidrios quebrados y por las puertas entraba el viento frío. El lugar solo contaba con una lámpara a gas, no existían pupitres y los asientos se solucionaban con ladrillos apilados.

Considerando las condiciones críticas de transporte, clima y los desastres naturales como la sismisidad, se decidió hacer la construcción con hormigón armado y el cerramiento o envoltura con adobe y los acabados revoque de tierra, la cubierta como es culturalmente apropiado se hizo con de paja o hierba, todo este proceso constructivo involucrando la participación comunitaria. El proyecto se terminó en junio del 2003 y actualmente se utiliza para la alfabetización de las mujeres (fig. 2).



Fig. 2 – El tercer centro de educación alternativa, Cochabamba, Bolivia.
(Crédito: Shinichiro Takahashi, 2001)

3. TRABAJO DE ARQUITECTURA CON TIERRA EN JAPÓN

La experiencia en Japón ha sido en obras pequeñas como remodelaciones y una construcción nueva con participación del la comunidad.

3.1 Remodelación de muralla

En la prefectura de Chiba cerca de Tokio, se remodelo un pequeña muralla que originalmente fue de tierra y se termino con concreto, la intervencion de esta obra patrimonial se complemento con la pared de palillo de bambu en tierra con paja, asi mismo este ha servido como pilar del hormigon armado, el cual ha sido cortado por la mitad.

La tecnica aplicada para la remodelacion de la pared ha sido directamente con barro plastico. La parte superior o terminal de la pared se protegio para la lluvia con un bloque de tierra con cemento. Tambien se realizo una muralla de madera, a su alrededor y se sembro una planta de hiedra, que crea el ambiente organico a ese lugar (fig. 3 y fig. 4).



Fig. 3 – Remodelación del muro, Chiba, Japón. (Crédito: Shinichiro Takahashi, 2006)



Fig. 4 – Haciendo barro, Chiba, Japón. (Crédito: Shinichiro Takahashi, 2006)

El público participo en la construcción de estas paredes de tierra.

En Tokyo, los ciudadanos no tienen muchas oportunidades en las que puedan experimentar esta clase de construcciónes de tierra, la cual llamó la atención de activistas interesados en la conservación del medio ambiente.

3.2 Remodelación: de casa a restaurante

Esta obra realizada en Tokio fue un contrato en donde como encargado de diseñar y supervisar el proyecto de remoderación de una casa de madera de mas de treinta años de antiguedad para convertirla en un espacio comercial con destino a ser un restaurante se usaron algunas tecnicas vernacualares.

La idea principal de este diseño partio del jardin, el cual brinda una sensación mas espaciosa con un estilo tradicional japones. El material se aplico en un muro de tierra con cal, que se uso para absorber la humedad y espacialmente conecta la entrada del comedor. Se utilizo la misma madera para la reconstrucción. El revoque de tierra tuvo la participacion de 50 personas incluyendo al propietario. Hace tiempo, Tokyo tambien contaba con sistemas de construcción de tecnicas mixtas y con participacion y colaboración conjunta.
. Esta clase de construcción ofrece un paso hacia la construcción sostenible, al ayudar a concientizar, descubrir y compartir nuevas ideas.(fig. 5).



Fig. 5 – Remodelación de la casa para destinarlo a un restaurante,Tokio, Japón.
(Crédito: Shinichiro Takahashi, 2008)

3.3 Nueva experiencia con técnicas tradicionales japonesas. Sala de descanso con tierra y bambú

Esta obra esta localizada cerca de Tokyo, en la prefectura de Kanagawa, alli se construyó una sala de descanso de 6,6 m^2 en un área de campamento y en el proceso

participo la comunidad. En esta obra se utilizo la técnicas de quincha tradicional japonesa, donde se usan materiales como el bambú y tierra. Con la ayuda de alrededor de 46 personas, se realizo el trabajo de cortar, armar el bambú y revocar con barro.

Durante este proyecto colectivo se compartio la idea y se logro concretar el objetivo, donde todos los participantes ayudaron a terminar exitosamente este proyecto (fig. 6).



Fig. 6 – Sala de descanso de tierra y bambú, Kanagawa, Japón.
(Crédito: Shinichiro Takahashi, 2009)

4. ANÁLISIS DE TIERRA

Durante las construcciones que se realizaron en los dos países, para las obras se estudio la curva granulometrica de la tierra y las cualidades sismoresistentes de los sistemas constructivos aplicados, apoyados por la universidad Nacional de Yokohama y la Universidad de Tokyo. Es fundamental tener en cuenta las condiciones ambientales, considerando el clima, el suelo para el adobe, tapial y la Muralla. El uso de las tierras de cada territorio es de suma importancia conocerla para cualquier proyecto, aun mas cuando se ejecuta con participación comunitaria.

Cuando se usa la tierra estructuralmente para un edificio, se debe de pensar en que este material debe resistir variadas determinantes naturales, por ejemplo: tifones, maremotos, inundaciones, terremotos y para que la tierra responda a estas contingencias, es necesario comprender las características de cada lugar.

5. CONCLUSIÓN

Hasta el momento, las organizaciones internacionales han donado a los ciudadanos de los países en desarrollo, varias construcciones en gran o pequeña escala. En Asia también no son pocas las edificaciones que han sido respaldadas por organizaciones o entidades internacionales pero muchas han tenido fallas, entre otras, porque no se ha contado con el apoyo de los ciudadanos; es muy importante considerar en las experiencias las necesidades de los pobladores.

El proceso de la participación al no ser considerada impide el éxito y la finalización de muchos proyectos. Los centros que se han construido en Bolivia ayudarán a los pobladores a compartir una idea sobre la capacidad organizativa y al mismo tiempo apoya la capacitación, asegurando el mantenimiento de las edificaciones.

No sólo en Bolivia, sino también en Japón, la arquitectura y la construccion ha incorporado la participación comunitaria. Es lamentable que despues de la segunda guerra mundial, grandes edificios públicos se han construído al azar, sin tomar en cuenta las opiniones de los ciudadanos; la aglomeracion de poblacion en un país donde las edificaciónes son contínuas, muchos edificios también son destruídos a la

vez, esto conlleva pocos espacios naturales y la destrucción del medio ambiente, considerar la variable de la participación de la comunidad es indispensable para una construcción sostenible.

Bibliografía

CRATerre (2005). *Grains de bâtisseurs*. Parc Fallavier. CRATerre Edition

CRATerre (2005). *"Koutammakou" le pays des batammariba ceux qui faconnent la terre*. Parc Fallavier. CRATerre Edition

CRATerre (2005). *Pisé H_2O*. Parc Fallavier. CRATerre Edition

HABITERRA (1995). *Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloque de suelo-cemento. La Paz:* Red temática XIV.A HABITERRA-CYTED.

Hernández Ruiz, Enrique; Marquez Luna, José Antonio (1999). *Cartilla de pruebas de campo para la selección de tierra en la fabricación de adobes.* México: Conescal.

INAX (1985). *Muro en Japón*. Tokio: INAX BOOKLET

INAX (2001). Reportaje del depósito de barro. Tokio: INAX BOOKLET

Kobayashi, Sumio (2001). *Alabanza del albañil-01*. Hukuoka, Huudosha

Kobayashi, Sumio (2009). *Alabanza del albañil-02*. Hukuoka, Huudosha

Minke, Gernot (1994). *Manual de construcción en tierra*. Montevideo: Editorial Nordan Comunidad.

Minke, Gernot (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel: Universidad de Kassel.

Otto, Frei (1985). *IL-31 Bambus-Bamboo*. Stuttgart: Institute for Lightweight Structures(IL); University of Stuttgart.

Rael, Ronald (2009). *Earth architecture*. New York: Princeton Architectural Press.

Sencico (1980). Reglamento nacional de construcciones. *Norma técnica de edificación NTE E.080 Adobe*. Lima: Sencico.

Vélez, Simón (2000). *Grow your own house Simón Vélez and architecture*. Weil am Rhein. Vitra Design Museum.

Weismann, Adam; Bryce, Katy (2006). *Building with Cob a step-by-step guide*. Foxhole.Green Books.

Curriculum

Shinichiro Takahashi, Arquitecto (Universidad ciencia de Tokio-Japón, 2001), representante local de ONG "GATCCEA"(2001-2005), representante de Taller de Espacio en Tierra "SoBaTo" (2005-Actualidad), primer premio de proyecto de graduacion de la universidad (2001), premio de 5º lugar en competencia del diseño de Unyon (2005), primer premio en competencia del diseño de madera y bambú (2009).

AS TIPOLOGIAS HABITACIONAIS TRADICIONAIS NO VALE DO DRÂA (MARROCOS): A CASA-PÁTIO

Eliana Baglioni[(1)]; Saverio Mecca[(2)]
(1) Arquitecto, Universidade de Florença, Itália.
Telemóvel: +39 3496434744 E-mail: elianabaglioni@gmail.com
(2) Arquitecto, Professor no Departamento de Tecnologia e Design,
Universidade de Florença, Itália.
Via San Niccolò 89/a, 50125 Firenze.
Telemóvel: +39 3473794966 E-mail: saverio.mecca@unifi.it

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-chave: casas tradicionais; pátio; bioclimática

Resumo
O Vale do Drâa está localizado no sudoeste de Marrocos, próximo do deserto do Sahara e é o lugar de um dos maiores patrimónios arquitectónicos em terra crua do Mundo. O Vale coincide com o curso médio do Rio Drâa e consiste num sistema de seis oásis caracterizados pela existência de palmeiras, de aldeias fortificadas (as *ksour)* e de casas-fortaleza (as *kasbah*), pertencentes a famílias abastadas.

Tanto nas *kasbah* como no interior dos *ksour*, a tipologia habitacional usada é a casa pátio. Existe uma relação de causa-efeito entre o tipo de habitação, a cultura de que é expressão e a sua área geográfica. Esta forma de habitar é o resultado de uma simbiose entre uma determinada cultura e uma área material específica, que revelam uma vasta gama de possíveis variações.

Os edifícios em terra crua, por si só, têm uma baixa condutividade térmica, portanto conseguem isolar do calor solar e manter o conforto térmico no seu interior. Junto a isso, a escolha da tipologia da casa pátio revela-se adequada porque responde eficazmente às condições climáticas locais (clima pré-desértico) e às necessidades culturais da população; os benefícios que se procuram construindo casas "introvertidas", como as marroquinas que se desenvolvem em volta de um pátio, são principalmente o controlo da temperatura e o melhoramento da ventilação, bem como a protecção da intimidade.

O pátio na casa árabe-muçulmano desempenha o principal papel de regulador do clima, transportando ar e luz ao interior da casa, demonstrando constituir também o centro das actividades domésticas e o coração da casa, em volta do qual se desenvolvem todos os quartos.

A importância do pátio na composição da casa é expressa também nos detalhes arquitectónicos e decorativos que se mostram muito ricos.

1. O VALE DO DRÂA

O Vale do Drâa localiza-se no sudoeste de Marrocos, perto do deserto do Sahara e é o lugar de um dos maiores patrimónios arquitectónicos em terra crua do Mundo. O Drâa nasce do lado sul do Alto Atlas e, em seguida, cria um grande vale na base do Anti Atlas, entrando enfim no Sahara. O rio é caracterizado por um fluxo irregular de água e por isso chamado *Oued* (A)[1] Drâa, tem um comprimento total de 1100 km e chega ao oceano (perto de Tan Tan) apenas nos anos mais chuvosos.

O Vale coincide com o curso médio do Rio Drâa, separa o Anti Atlas oriental do Anti Atlas Ocidental e consiste num sistema de seis oásis, caracterizados por palmeiras.

O Atlas divide Marrocos não só geograficamente, mas também nos estilos de vida e na expressão da arquitectura. De facto, ao longo do vale do *Oued Drâa*, entre as palmeiras, há mais de 300 *ksur* (A), ou seja, aldeias berbere fortificadas, construídas

inteiramente em terra crua.

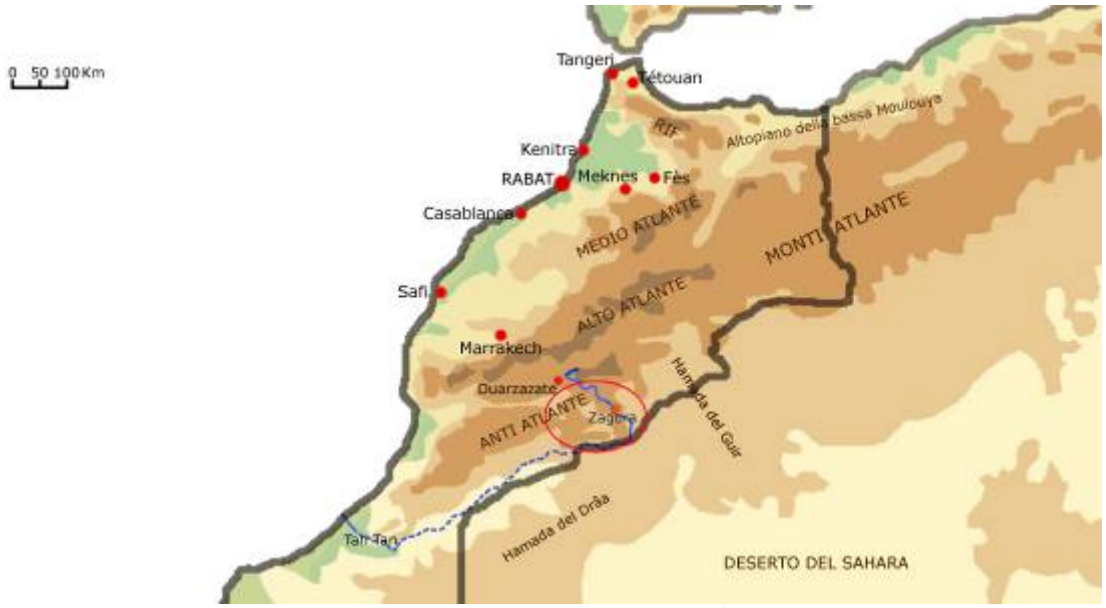


Fig. 1 – Localização do Vale do Drâa em Marrocos (Crédito: Baglioni E., 2009).

Os *ksur* (sing. *Ksar*) são aldeias rurais características do Vale do Drâa e do Vale do Dades. Caracterizam-se por uma forma principalmente quadrangular, são cercadas por muros com altas torres e apresentano uma única porta, na direcção do palmeiral.



Fig. 2 – Vale do Drâa, numa representação pictórica local. (Crédito: Baglioni E., 2006).

Além dos *ksur* o vale é pontilhado por *kasbah* (A), grandes casas fortificadas pertencentes a famílias ricas de Caïd locais (berbere) ou de representantes do Pasha Glaoui, que exercitaram o controlo administrativo sobre as aldeias e os territórios

adjacentes até à independência de Marrocos.

Os *kasbah*, ou *tighremte* (B), podem encontrar-se dentro (ou nas imediações) de uma aldeia, ou aparecer como edifícios isolados. Em algumas aldeias a urbanização é feita em torno de um *kasbah*, no entanto, existem alguns casos onde um ou mais *kasbah* foram construídos dentro do tecido urbano dos *ksur* já existentes.

Os *ksur* têm um tecido urbano muito denso, com aglomerados de casas que partilham paredes em defesa comum contra o calor; por alem disso, muitas vezes o primeiro andar é construído em ponte sobre a estrada, criando, assim, ao nível do chão, uma rede de frescos e escuros túneis que protegem do calor e das tempestades de areia.

É interessante ver como esse tipo de agregação vai simular as arquitecturas subterraneas, aproveitando a vantagem de isolamento térmico e ao mesmo tempo resolvendo a maior limitação: a ventilação (Bourgeois, 1988, p. 1).

Tanto nos *kasbah*, como dentro dos *ksur*, a tipologia habitacional utilizada é a da casa pátio.

2. A CASA PÁTIO DO VALE DO DRÂA

Esta tipologia, com os seus modelos específicos e diferentes, está difundida não só em todo o Marrocos, mas em todo o mundo árabe e no Mediterrâneo. No entanto, é preciso ter cuidado em não confundir o pátio com o cortil.

O pátio é típico da casa de origem árabe-muçulmana e é identificado como o centro e o coração da habitação e da vida familiar. É um lugar para viver, activo, mas ao mesmo tempo, íntimo e recolhido. É um dentro-para-fora, onde a terra e o céu se tornam lugar, proporção e arquitectura; tudo está concentrado em torno deste ponto central da casa.

O cortil é uma zona menos densa do que o pátio e está muitas vezes ligada à produção agrícola e produtiva como à presença de equipamentos e animais; representa o exterior confinado. Pode ser limitada por vários edifícios de uma ou mais casas, ou ser delimitada pela casa e um muro. Encontra-se frequentemente esta tipologia nas aldeias de terra e pedra a seco do Atlas marroquino (AA.VV., Les Formes Architecturales).

No Vale do Drâa, caracterizado por um clima pré-desertico, a casa pátio é uma resposta eficaz às condições meteorológicas exteriores; o princípio básico da adaptabilidade dos edifícios a temperaturas extremas é que os edifícios sejam de forma a permitir a maior proporção possível entre o volume interno e a superfície exterior, condição que se vai verificar nos *ksur* do sul de Marrocos (Abdulac,1982, pag. 2).
Para que esta proporção seja alta, a superfície exterior, expostos ao sol, é limitada pela adopção de um sistema de agregação muito compacto, onde as casas são construidas umas contra as outras e têm, assim, muros perimetrais comuns de cada lado, excepto na parede da entrada ao nível do solo. O fornecimento de ar e luz no interior da casa é garantido pela presença do pátio.

O modelo da casa pátio é constante e reconhecível, as áreas variam segundo o grau de riqueza e prestígio do proprietário, mas cada um tem um pátio central, em torno do qual se desenvolve a casa, como uma agregação de células.

Os benefícios que se procura, construindo casas "introvertidas", como as marroquinas, que se desenvolvem em volta de um pátio, são não só o controlo da temperatura e o melhoramento da ventilação, mas também a protecção da intimidade.



Fig. 3 – Vista do Ksar de Timasla. (Crédito: Baglioni E., 2009, imagem original do CERKAS)

O pátio, chamado *dwaya* o *m'rah* (A) e *aragh*, *assarag* ou *tamghart* (B) desempenha muitas funções na habitação, tanto do ponto de vista da distribuição como da organização das atividades da família; é um espaço externo dentro da casa.

O pátio é um elemento chave para a iluminação, a ventilação e para manter as condições climáticas confortáveis; pode ser um grande pátio central aberto ou fechado com uma clarabóia (de amplitude mínima de 0,80 m). Ele funciona como um poço de luz, limitando a insolação direta do rés-do-chão: todos os quartos da casa têm vista para o pátio e recebem luz indirecta proveniente dele. A casa é quase completamente fechada ao exterior, só raramente se encontram algumas janelas nas paredes exteriores livres, mas nunca no piso térreo, para garantir a privacidade e intimidade.

As janelas são muito pequenas e protegidas com grades de madeira ou metal, *musharabia* (A), que filtram a forte luz de fora e limitam a visibilidade do interior, garantindo, porém, ventilação trasversal.

O pátio desempenha, também, uma função de ventilação: como uma chaminé que puxa o ar quente, contribuindo para a refrigeração dos ambientes e induz uma

agradável ventilação; também a porta de entrada é deixada aberta, para que o pátio receba ar fresco das ruas cobertas.

O tamanho e a forma do pátio são determinados, em parte, pelas técnicas de construção locais e pelo clima e, em parte, pela cultura tradicional local; não é apenas um buraco vertical no edifício, mas é definido por uma galeria periférica, presente em todos os pisos, que cria um plano de troca entre o vazio do pátio e os quartos privados.

A importância do pátio na composição da habitação expressa-se também nos detalhes arquitectónicos e nas decorações, que são muitos ricos, em comparação com as outras paredes onde não existem acabamentos especiais.

2.1. Morfologia e distribuição dos espaços da casa

A maioria das casas, *dâr* (A) e *tigmi, akham* ou *axxam* (B), é construída em três níveis.

A planta típica da casa tem três quadrados murados, inscritos uns dentro dos outros. O maior é o perímetro da casa, o menor coincide com o pátio central caracterizado por arcos ou portais que se apoiam em dois, três ou quatro pilares em cada lado. O quadrado central corresponde às paredes que separam os quartos da área de distribuição ao redor do pátio. A escada fica num canto da área dos quartos (Bounar e Chahid, 2004, pp. 46-47).

Como o ar quente tende a subir, os pisos, especialmente o térreo, são construídos bastantes altos para manterem um maior volume de ar frio em baixo; pela mesma razão, as pessoas sentam-se geralmente no chão, mais frio. As alturas dos pisos, no entanto, variam de 2,5 m a 4 m, e são sempre em função de um número inteiro de módulos de taipa.

As funções dos espaços são diferentes nos vários pisos. O piso inferior não tem, normalmente, função habitacional, excepto o pátio central coberto, que é usado como sala de estar de verão, sendo mais fresco, porque não é atingido pela radiação directa, e como um armazém no inverno. No resto dos compartimentos há estábulos, equipamentos agrícolas, e reservas domésticas não perecíveis.

O primeiro piso, chamado *assfalou* (A), é muitas vezes reservado à cozinha, aos quartos e à despensa para as reservas de alimentos; esta parte da casa é proibida para todos os estranhos à família, porque há mulheres.

O segundo andar possui uma parte coberta e uma descoberta. A parte coberta inclui geralmente uma segunda cozinha, usada no verão, e uma sala de estar, chamada *mesria* (A), que é a área acessível às pessoas de fora; tem aceso direito das escadas, sem cruzar a *assfalou*. A parte descoberta é um terraço, que pode executar várias funções domésticas: serve como uma sala de estar, pode ser usada para pendurar a lavagem e para secagem de alimentos, e também é usada para dormir nas noites de verão. O terraço é sempre cercado por muros altos, para manter a privacidade em relação aos vizinhos.

A casa é modesta, mas acolhente e adapta-se às necessidades de uma sociedade rural, antigamente nómada, submetida a um clima hostil (quente e seco), em que as mudanças de temperatura são muito marcadas, seja diária, seja sazonalmente.

Por estas razões, os espaços não têm um grande grau de especialização, a mesma sala pode ser utilizada como sala de estar, sala de jantar ou quarto, dependendo das necessidades e das circunstâncias; as pessoas praticam o nomadismo diário ou

sazonal no interior da habitação, que consiste em viver em diferentes momentos do dia e diferentes épocas do ano, em diversos quartos da casa, para desfrutar das melhores condições de conforto possiveis.

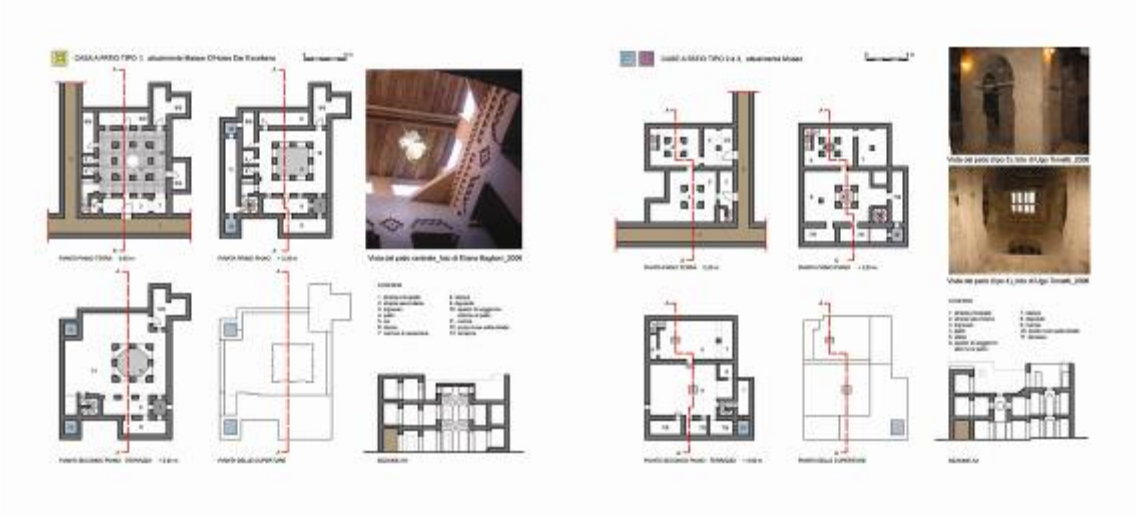


Fig. 4 – Exemplos de casa-pátio no ksar de Tissergat, Vale do Drâa, Marrocos.
(Crédito: Baglioni E., 2009).

As *kasbah* (AA.VV.,2005), no caso mais simples, mantém o tipo de planta quadrangular, com pátio central, mas, ao contrário da casa comum, *dâr*, é maior, tanto na superficie como na altura (pode chegar a 6 andares), e apresenta torres nos cantos. As torres, *bordj* (A), elevam-se das paredes mais ou menos 2-3 m e têm uma dupla finalidade: a defesa e a supremacia simbólica ao nível sócio-econômico.

Como pertencem às grandes famílias, ricas e poderosas, muitas vezes as *kasbah* são muito mais articulados do que as *dâr* e ocupam grandes áreas, através da união de vários edifícios de pátio central. As *kasbah* estão, assim, divididas em diferentes áreas, privadas ou públicas, destinadas aos vários membros da família, aos servidores, ou aos convidados, e com utilizações finais bem distintas.

Estes edifícios são concebidos para permitir a segurança e a auto-suficiência dos seus habitantes também por períodos de tempo muitos longos e, assim, ao contrário das *dâr*, são muitas vezes equipadas com um poço interno e uma latrina.

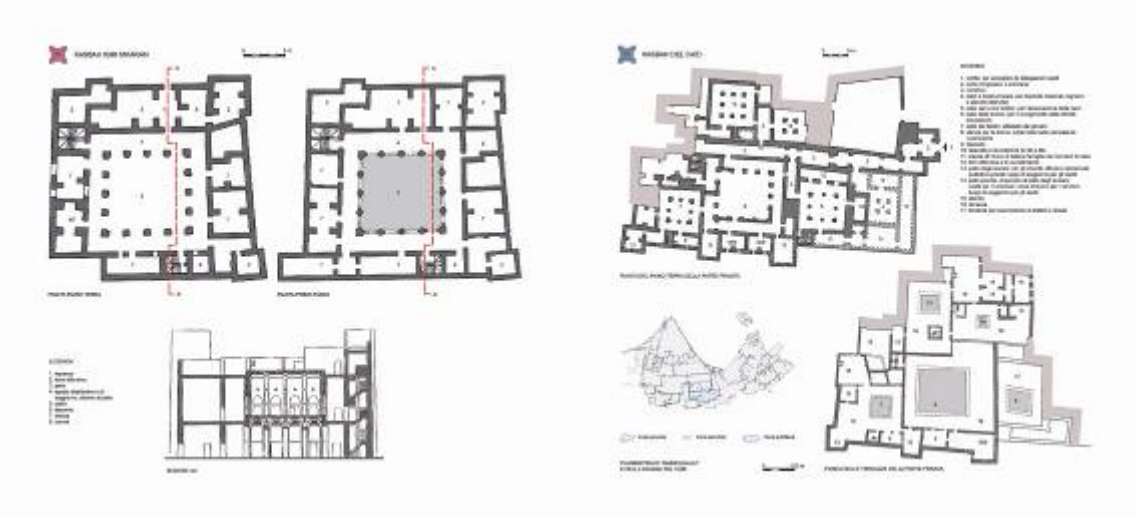


Fig. 5 – Exemplos de kasbah no ksar de Tamnougault, Vale do Drâa, Marrocos.

(Crédito: Baglioni E., 2009)

3. O PÁTIO COMO MODERADOR CLIMÁTICO

Já vimos como o pátio árabe-muçulmano desempenha o principal papel de regulador do clima, levando ar e luz ao interior das casas.

No Vale do Drâa, o clima pré-desértico é caracterizado por variações térmicas marcadas, sejam sazonais, sejam diárias.

No inverno, as variações térmicas vão de 18-25°C durante o dia às temperaturas nocturnas, abaixo de 0°C; no verão, vão de 38-45°C, durante o dia, com picos acima de 50°C, a 18°C durante a noite; então, percebe-se que a oscilação térmica diária é constantemente, mais de 20 °C.

Durante o verão, o funcionamento climático do pátio pode ser resumido em 3 ciclos regulares, que desfrutam das variações de temperatura diária.

No primeiro ciclo, o ar fresco da noite desce no pátio até entrar nas salas ao redor dele. Todas as superfícies (pisos, tetos, paredes, pilares) são arrefecidas e conseguem manter uma temperatura quase constante até ao final da tarde. O pátio vai perder, por irradiação, o calor acumulado durante o dia, e também por isso é utilizado para dormir.

Durante o segundo ciclo, de manhã ao início da tarde, o pátio é atingido directamente pela luz solar, aquecendo e gradualmente difundindo o ar quente para os quartos: activam-se, assim, movimentos convectivos. O pátio começa a funcionar como uma chaminé, puxando o ar fresco substituído pelo quente, criando assim uma brisa. A ventilação pode ser aumentada pela presença de janelas nos pisos superiores ao primeiro ou, mais frequentemente, deixando aberta a porta de entrada para deixar entrar o ar mantido frio pelas ruas em túnel.

A temperatura exterior é muito elevada, mas as paredes espessas (60-80cm) e os tectos (40-50cm) de terra são excelentes isolantes térmicos e não permitem que o calor exterior penetre no interior da casa; a diferença entre a temperatura nas superfícies externa e interna de uma parede pode chegar a 12 horas.
As casas, sendo colocados umas contra as outras e tendo paredes comuns em pelo menos 3 lados, são ainda mais isoladas dos ganhos de calor durante o dia.

No terceiro ciclo, durante a tarde, as correntes de convecção quente aumentam por causa do calor acumulado nas precedentes horas de sol e, no final da tarde, o ar fresco já saiu quase completamente dos compartimentos. Mas, no exterior, o sol está mais fraco, as sombras mais longas, as temperaturas começam a baixar e ar frio começa a fluir e entrar no pátio. Começa um novo ciclo (Al Bena'a Alam, 1999, p. 1).

Durante os meses mais frios do inverno, as portas e as janelas são fechadas para limitar as perdas e a casa é mantida aquecida, durante as noites frias, graças ao calor irradiado, que ficou armazenado na espessura das paredes em terra. As construções em terra, muitas vezes, chegam a uma espécie de equilíbrio entre armazenamento e dissipação de calor, durante as variações diárias e sazonais.

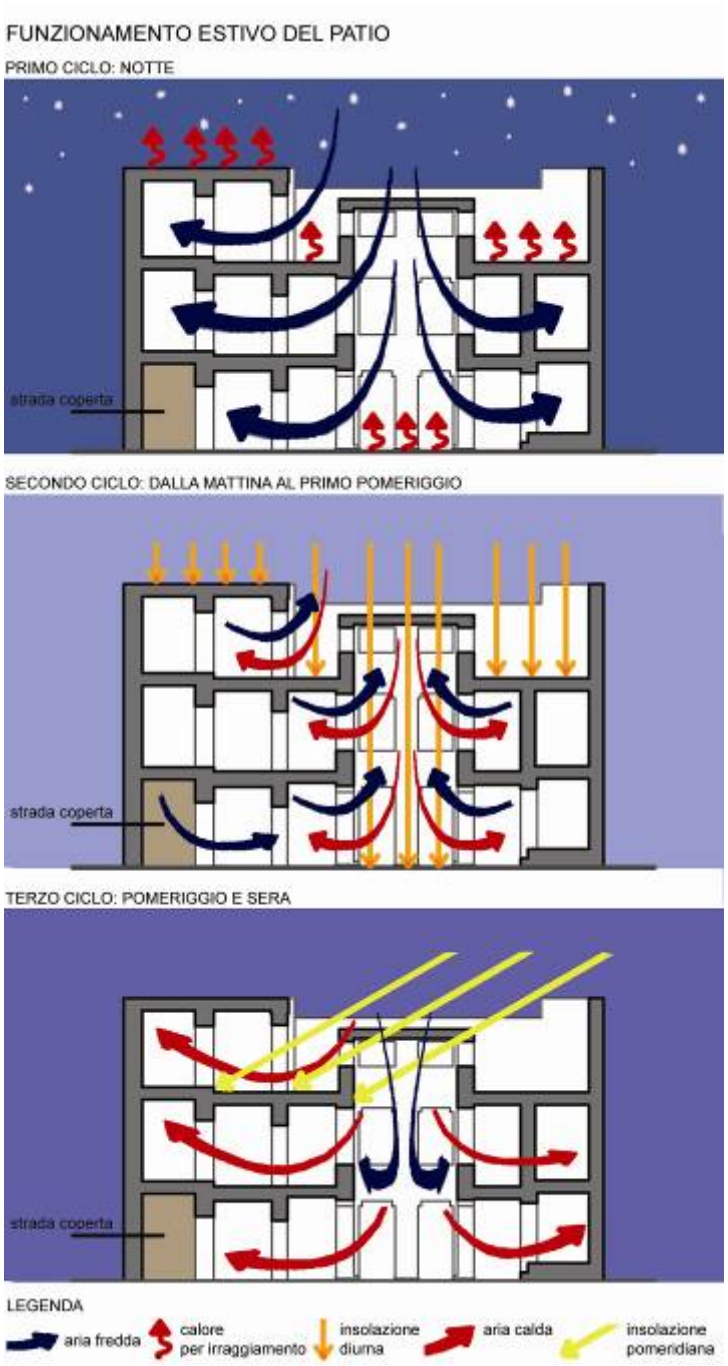


Fig. 6 – Funcionamento climático do pátio. (Crédito: Baglioni E., 2009)

4. CONCLUSÕES

As tipologias de habitações tradicionais, sejam elas quais forem, são uma das maiores expressões do know-how humano, porque são o resultado de um lento processo de experimentação e aprendizagem, nascido de uma base espontânea, sem arquitectos, e aperfeiçoada no decurso lento do tempo, com base na experiência e na observação, eliminando ou aperfeiçoando cada solução inadequada ou insatisfatória.

As tipologias tradicionais são a resposta específica à necessidade habitacional condicionada pelos vários factores locais.

Os factores principais, como vimos, são os climáticos naturais, ou seja, as características do ambiente e a disponibilidade de materiais de construção que trazem

como consequência directa o nascimento de uma técnica construtiva, que representa, justamente, o meio pelo qual uma determinada cultura é capaz de implementar a sua resposta ao desafio ambiental. Não é por acaso que a madeira e a terra são os dois materiais naturais mais utilizados no processo de construção elementar, mas porque são os mais comuns e que se encontram em toda a superfície da Terra.

Em segundo lugar, incidem os factores antropogénicos e culturais: a estrutura social, a maneira de viver ou o relacionamento da estrutura económica com a habitação, podem afectar a sua forma.

Existe uma relação de causa-efeito entre o tipo de habitação, a cultura de que é expressão e a sua área geográfica. Esta forma de habitar é o resultado de uma simbiose entre uma determinada cultura e uma área material específica, que revelam uma vasta gama de possíveis variações. Muitas vezes, o tipo tradicional, resultado desta simbiose, é também aquele que melhor se encaixa no contexto da paisagem, tanto no que diz respeito às formas e aos volumes de construção, quanto na utilização de materiais locais e naturais que garantam o maior grau possível de homogeneidade (Cataldi, 1988, pp. 23-51).

O objectivo desta intervenção é, não só, o de tornar visíveis e reconhecíveis as casas tradicionais da Vale do Drâa, com o fim de preservar as técnicas construtivas, mas também o de reconhecer a eficácia tipológica da casa-pátio como resposta ao estilo de vida, ao clima e aos recursos específicos do lugar.

Infelizmente, tem havido um progressivo abandono das casas pátio em terra crua pela população que, perseguindo o ideal de progresso, desloca-se para casas frequentemente construídas com blocos de cimento, embora mantendo a estrutura tipológica de casa-pátio. Esta tipologia, no entanto, se não for acompanhada de uma escolha adequada dos materiais, não garante, por si só, a manutenção do conforto climático dentro da casa face a este clima tão hostil.

Bibliografia

AA.VV. (2005). *Forum UNESCO - University and Heritage, University of Florence Branch Office, 1st International Research Seminar on Architetctural Heritage and Sustainable Development of Small and Medium Cities in South Mediterranean Regions, Result and strategies of research and cooperation.* Florence (Italy): Ets.

Anzalone M.,Tamnougault, Vale do Drâa (Marocco), from transitory presupposed to permanent life style: knowlwdge's elements of an «uncontrolled» settling sistem, pp. 71-83.

Biondi B., Morfologia degli elementi costruttivi a Tamnougault, Marocco, pp. 157-169.

Caltabiano I., Consapevolezza energetica nelle costruzioni tradizionali in area mediterranea. Ingegno e natura al servizio dell'abitare, pp. 469-478.

Caltabiano I. e De Filippi F., Analisi di una tipologia abitativa nello ksar di Tamnougault. Riflessioni a partire da un'indagine sul campo, pp. 93-106.

Lucci G. e Dania S., La kasbah del Caid di Tamnougault, analisi tipologica e costruttiva, pp. 133-144.

Marrani L., La kasbah della famiglia Ait El Molehtar nelo ksar di Tamnougault: rappresentazione grafica e analisi degli elementi architettonici e strutturali di una costruzione in terra, pp. 107-118.

Sánchez N. R., La kasbah «Igmi Mkaran» (del Pozo) en el ksar de Tamnougault (Marruecos), pp. 119-131.

AA.VV. Les Formes Architecturales, cap. 2 de *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne*, projecto financiado pela MEDA da União Europeia. http://www.meda-corpus.net/libros/pdf_livre_atm/atm_frn/02-atm_frn.pdf

Abdulac S. (1982) Traditional housing design in the Arab Countries.
http://www.archnet.org/library/documents/one-document.jsp?document_id=3801

Al Bena'a A. (1999). Hot Dry Region – Housing Characteristics in the Arid-Hot Dry Region.
http://www.archnet.org/library/documents/one-document.jsp?document_id=9047

Bounar A. e Chahid A. (2004). Les édifices privés de l'habitat traditionnel – Le modèle architectural, in A.A.V.V, Adedra, *Trésors et merveilles de la Vallée du Drâa.* Zagora (Maroc): Marsam, pp. 46-47.
Ouvrage soutenu par l'UNESCO dans le cadre du programme "Le Sahara des cultures et des peuples".

Bourgeois L. (1988). Communal cooling: simulating the underground in a southern moroccan town, in Bourgeois Louis e Pelos Carollee, *Spectacular Vernacular: a new appreciation of traditional desert architecture.* Salt Lake City (Utah): Peregrine Smith Books.
http://www.archnet.org/library/documents/one-document.jsp?document_id=4921

Cataldi G. (1988). *Le Ragioni dell'Abitare - Le Raisons de l'Habiter, texte bilingue italian-français with english abstracts.* Firenze (Italia): Alinea.

Nota
1 (A) indica as palavras árabes, e (B) indica as palavras berbéres.

Curriculum
Eliana Baglioni, licenciada em Arquitectura na Universidade de Florença. Participou em várias iniciativas relacionadas com as construções em terra crua e, em geral, com a bioarquitectura. Participação, como autora, num trabalho no Congresso *"Ripam 2"*, Marrocos (2008).

Saverio Meca, Professor Titular de produção dos edifícios no Departamento de Tecnologia e Design – TAED da Universidade de Florença, Itália. Desde 2007 é o Director do INN-LINK-S Research Center, orientado para investigar sistemas de conhecimento locais e tradicionais no campo da arquitectura, agronomia e culturas materiais, com uma abordagem científica interdisciplinar.

CONSTRUÇÃO COM TERRA NO 'CENTRO AMBIENTAL DE CABAÇOS – TERRA, VENTO, FOGO E ÁGUA'

Ricardo Pires (RP)
'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água'
Aldeia de Cabaços, caixa postal 7185, 7630-353 Relíquias, Odemira
Tel. (CAC): (+351) 283 635 106; (RP): 965 303 674
E-mail (CAC): cacabacos@clix.pt; (RP) odracirpirex@hotmail.com
Site (CAC): http://CAC.planetaclix.pt

Tema 4: Arquitectura vernácula e contemporânea
Palavras-chave: Construção em terra crua

Resumo
Em meados dos anos noventa, Emmanuel e Juliane Gounden mudam-se de *armas e bagagens* para a aldeia de Cabaços, no Concelho de Odemira. Sem habilitações profissionais na área da construção civil, mas fazendo uso de larga experiência prática, iniciam a sua actividade na recuperação de uma casa em taipa, existente num lote de terreno com cerca de um hectare e meio de área, que por essa altura adquirem.

Quinze anos passados, a família Gounden conta agora, só na sua propriedade, com mais de dez edificações erguidas à base de terra e madeira: as casas *Emil, Maya, Sammy* e *Tony* – uma para cada filho, sendo que o mais velho tem hoje quinze anos de idade –, o seminário – uma casa com cozinha e sala comunitárias –, o *templo* – espaço de cura e meditação –, três casas de abrigo – para receber visitantes e aprendizes de construção –, uma casa em blocos de taipa – fruto de um dos vários cursos de construção em terra que ali tiveram lugar –, uma pequena sauna turca em terra crua (no exterior), e uma piscina, resultante do vazio criado pelas escavações de terra usada na construção das primeiras habitações. Contas feitas, a aldeia cresceu, a família está maior.

Mas o que torna então, estas habitações unifamiliares, num paradigma interessante ao nível da construção em terra existente no nosso país?

Digamos que, a grande particularidade destas habitações incide precisamente no facto de não se tratarem apenas de casas em terra – feitas a partir de materiais e técnicas não normalizadas –, mas sobretudo, por terem sido pensadas e (auto)realizadas de acordo com um *modo de vida* comunitário. Tratam-se, sem dúvida alguma, de construções de baixo impacto ambiental quer pela fácil integração e diálogo que estabelecem com a paisagem (rural) alentejana, quer pelos materiais naturais que as compõem, na sua maioria de origem local: terra batida, comprimida (adobe) ou misturada com palha, madeira, cortiça, canas, lã de ovelha, cal (viva, hidratada ou hidráulica), estrume de vaca, óleo de linhaça, soro de leite, água, etc. São casas de piso térreo, de tipologias simples e de custo económico reduzido, não só por tirarem partido da terra disponível no próprio lugar, mas também por fazerem uso de madeira, que não é de primeira qualidade, e reutilizarem portas e envidraçados. Contudo, beneficiam no seu espaço interior, de todo o luxo ao nível do conforto térmico e acústico. Para além disso, possuem uma grande vantagem: são edificações reversíveis, e por isso, sustentáveis.

É justamente a procura de sustentabilidade na área da construção ecológica, que leva os Gounden, no ano de 2009, a constituírem-se enquanto associação juvenil (sem fins lucrativos), dando início ao "Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água". Desde então, têm continuado a partilhar – com todos aqueles que por Cabaços passam – os seus conhecimentos práticos e teóricos, fruto do seu trabalho pessoal desenvolvido ao longo de vários anos.

O objectivo desta comunicação é dar a conhecer o modo de construir da família Gounden aplicado em diversas edificações *levantadas* no CAC procurando estabelecer um paralelo, a partir deste modelo construtivo tão particular, com os conceitos de arquitecturas vernácula e contemporânea.

MODO DE CONSTRUÇÃO OU MODO DE VIDA?



Fig.1 – O *Seminário,* no Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água, em Cabaços, Odemira, Portugal. (Crédito: Ricardo Pires, 2009).

"(…) Viviam José e Maria num lugarejo chamado Nazaré, terra de pouco e de poucos, na região da Galileia, em uma casa igual a quase todas, como um cubo torto feito de tijolos de barro, pobre entre pobres. Invenções de arte arquitectónica, nenhumas, apenas a banalidade uniforme de um modelo incansavelmente repetido. Com o propósito de poupar alguma coisa nos materiais, tinham-na construído na encosta da colina, apoiada ao declive, escavado pelo lado de dentro, deste modo criando uma parede completa, a fundeia, com a vantagem adicional de ficar facilitado o acesso à açoteia que formava o tecto (…)" (Saramago, 1991, p.29).

Uma das premissas fundamentais à evolução de um determinado modo de construir é, sem dúvida alguma, o entendimento profundo e rigoroso do seu contexto específico. O acto de construir uma habitação em terra – *in situ* – implica, antes de mais, conhecer uma série de variáveis, as quais ao mesmo tempo limitam-no e enriquecem-no, trazendo-lhe vantagens e desvantagens enquanto sistema construtivo.

Das inúmeras variáveis que poderemos encontrar ao longo desse processo, gostaria de identificar aquelas que, quanto a mim, tornaram possível o "sucesso" das construções em terra crua no 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água'(1):

1. Localização: onde fica o CAC? Situado em plena "cena" rural, no Baixo Alentejo, o CAC localiza-se na aldeia que lhe deu nome – Cabaços –, na freguesia de Relíquias(2), aproximadamente a vinte quilómetros para Nordeste da cidade de Odemira (capital de Concelho) e a duzentos quilómetros para Sudeste de Lisboa;
2. Dimensão do lote: O CAC está implantado num lote de terreno com cerca de um hectare e meio de área;
3. Programa e dimensões: à excepção dos espaços comuns – o *Templo* e o *Seminário* –, a maioria das habitações construídas no lote são de carácter unifamiliar; têm áreas (brutas) que variam entre os cinquenta e os cem metros quadrados implantadas, na sua maioria, num único piso térreo;

4. Características (aparentes) do solo: composição argilosa, de cor amarelada, rico em óxidos de ferro hidratado – provenientes do Vale (Ferro) onde se encontra –, contendo alguma quantidade de pedra; trata-se de um solo com excelente densidade para o uso em técnicas de terra batida, em particular a taipa (Minke, 2005, p.25);
5. Disponibilidade do material (terra): todas as construções foram "levantadas" com recurso a terra extraída do próprio lote, o que reduziu a necessidade do recurso a transportes de mercadorias automóvel; este factor diminuiu não só o custo económico total das construções em causa, como minimizou também os seus impactos ambientais directos e indirectos;
6. (Auto) construção: todas as casas são propriedade de Emmanuel e Juliane Gounden [(3)]; Foram sendo imaginadas, pensadas e erguidas por si, ao longo de mais de uma década, com a ajuda de amigos, curiosos e amantes da construção em terra (crua); são portanto, o resultado material da vontade própria e do empenho de um conjunto de pessoas a trabalhar em equipa de forma organizada.

Foram estas mesmas condições – aliadas a uma vasta experiência prática e empírica na área da construção civil –, que levaram os Gounden a mudarem-se de "armas e bagagens" para a aldeia de Cabaços em meados dos anos noventa, lançando-se na recuperação de uma ruína em taipa, de resto, a única existente no lote que por essa altura adquirem.

Cerca de quinze anos mais tarde, o casal conta agora – só na sua propriedade –, com mais de uma dezena de edificações à base de terra, madeira e materiais de origem natural: as casas *Emil, Maya, Sammy* e *Tony* – uma para cada filho, actualmente com idades compreendidas entre os quatro e os quinze anos –, o *Seminário* – uma casa de madeira onde funcionam a cozinha e sala comunitárias –, o *Templo* – um espaço de cura e meditação –, três casas de abrigos – para visitantes, aprendizes de construção ou caminhantes –, uma casa em blocos de taipa – fruto de um dos vários cursos de construção em terra que ali já tiveram lugar –, a Biblioteca e o escritório do CAC – abertos ao público em geral –, uma pequena sauna turca em terra crua (no exterior), e uma piscina, resultante do vazio criado pelas escavações de terra usada na construção das primeiras habitações. Contas feitas, a aldeia cresceu, a família está maior.

Mas o que torna estas construções unifamiliares num paradigma interessante ao nível da construção em terra existente no nosso país?

Antes de mais, o facto do seu processo de execução distanciar-se – de forma clara e intencional por parte dos seus (auto) construtores – dos vigentes meios (legal, jurídico e financeiro) de construção convencional. Tratam-se de habitações realizadas de uma forma completamente autónoma pelos mesmos proprietários (os Gounden), sem o recurso – prévio – a qualquer tipo de projectos de arquitectura, de engenharia ou de especialidades. Assim, em substituição desses mesmos planos – desenhados, escritos e definidos com o rigor (comum) de um caderno de encargos –, os Gounden fazem uso daquilo a que se designa por *praxis*, aproximando-o de forma estreita ao "saber-fazer" próprio do modo artesanal.

Mais do que um qualquer modo de construção, trata-se sobretudo de um ofício diário, que se (con)funde com o próprio modo de vida desta família. Um labor que vai acontecendo sem a pressão do tempo – não se conhece por Cabaços o significado da palavra *deadline*! Pelo contrário, as construções vão sendo desenvolvidas numa espécie de "cenário-de-guerra-e-paz", ao ritmo do "relógio biológico" das diversas pessoas que pelo CAC vão passando.

Exemplo disso, são os cursos de formação em Construção com Terra Crua(4) que decorrem cerca de duas vezes por ano no CAC. São encontros de carácter não formal e com uma boa dose de espontaneidade, onde qualquer pessoa – independentemente da sua idade, sexo, estatura física, experiência de vida, habilitações escolares ou área profissional –, tem a oportunidade de experimentar *per si*, diversos modos de fazer aplicáveis à construção em terra crua.

Entre outros temas, os conteúdos dos cursos abordam o seguinte: 1. encontrar a matéria-prima (terra); 2. analisar a qualidade e escolher os aditivos para melhorar a terra enquanto material construtivo; 3. execução de pavimentos, rebocos e coberturas em terra; 4. dar forma artística e côr à casa; 5. ligar o material terra com materiais industriais; 6. técnicas de trabalho em equipa com terra crua (a taipa); 7. carácter ecológico da construção com terra crua; 9. experimentar as vantagens de viver numa casa em terra – condições ideais de conforto térmico, bioclimático e de saúde (viver em ligação com a Natureza).

Tendo uma duração média de doze dias, são cursos com uma forte componente prática (cerca de 90%), onde cada um é convidado a – literalmente – "pôr as mãos na massa". Poderemos mesmo afirmar, que se tratam de uma espécie de oficinas anti-"*techne*"(5). Isto é, que procuram não repetir modos predefinidos de fazer ou aplicar um qualquer material construtivo, privilegiando ao invés disso, o acaso e a capacidade de construção intuitiva de cada indivíduo. É aliás esse, um dos objectivos dos cursos do CAC: incentivar os participantes a descobrirem a sua própria maneira de trabalhar a terra – aquilo a que poderemos designar por "técnica pessoal" –, e assim, dotá-los de ferramentas úteis e aplicáveis aos seus interesses, à sua imaginação e aos seus sonhos e ambições pessoais dentro do saber (auto) construir com terra crua.

No fundo, aquilo que se procura transmitir nestes breves encontros, são sobretudo saberes e conhecimentos tradicionais, com origem nas inúmeras formas ancestrais de construir com terra. A grande particularidade é que no CAC não se guardam "segredos"; a partilha dessa mesma sabedoria – que de resto a ninguém pertence, mas que é do interesse de todos preservar –, é feita em grande parte através da palavra dita, a mesma que é falada no dia-a-dia, na mesma oralidade de tempos idos. Tudo em plena "conversa-aberta", (sempre) colectiva, na qual se esbatem por completo qualquer tipo de diferenças possíveis de existir entre mestre e aprendizes.

2. ARQUITECTURA (?) VERNÁCULA E/OU CONTEMPORÂNEA (?)

"Vernáculo: adj. (do lat. *vernaculus*, indígena) 1. Próprio do país ou região de que faz parte; nacional. 2. fig. Genuíno, correcto e puro, sem qualquer influência do estrangeiro. (…)" (VA, Grande Dicionário Encicliopédico, vol. XV, p. 78).

"Vernacular architecture does not go through fashion cycles. It is nearly immutable, indeed, unimprovable, since it serves its purpose to perfection." (Bernard, 1971, p.1).

Em que contexto se enquadram então as edificações realizadas pelos Gounden? Poderemos defini-las enquanto exemplos de arquitectura (vernácula)? E que características partilham estas com a arquitectura contemporânea?

Para responder de forma clara a estas e a outras questões, proponho-me analisar e comentar, sucintamente, algumas das partes que poderão constituir de forma genérica a "habitação-tipo" construída no 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água':



Fig.2 – Casa em taipa e estrutura anexa em construção: madeira sobre fundações à base de cal hidráulica, areia e pedra calcária, no 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água', em Cabaços, Odemira, Portugal. (Crédito: Ricardo Pires, 2009).



Fig.3 – Casa em construção no 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água', em Cabaços, Odemira, Portugal. (Crédito: Ricardo Pires, 2009).

Fundações: (na sua maioria) as fundações das casas são contínuas; são construídas em todo o seu perímetro exterior, sendo feitas com base em alvenaria de pedras calcárias (ligadas com uma argamassa de cal hidráulica e areia nas devidas

proporções); estas elevam-se cerca de cinquenta centímetros de altura a partir do solo, e têm dimensão semelhante na sua largura. No interior do seu perímetro, são colocadas algumas camadas sobrepostas dos seguintes materiais (do solo para cima, respectivamente): pedra calcária, brita, (desperdícios de) cortiça ou lã de ovelha (no estado natural), seguindo-se o pavimento final (ver 'pavimentos');

Pavimentos: podem ser encontrados no CAC os seguintes pavimentos: 1. terra com palha e/ou serradura e água, sendo que alguns são acabados com uma argamassa de estrume de vaca (aplicada em várias camadas sobre a própria terra ou sobre serapilheira); 2. ladrilhos (cerâmica refractária); 3. madeira (soalho de pinho, impregnado com óleo de linhaça);

Paredes: 1. blocos de terra batida, segundo o método tradicional de taipa, deixados na sua forma aparente ou caiados; 2. sistema (estrutural) "pilar-viga" em madeira "leve", semelhante à *taipa de pilão* (caixa externa) e *taipa de pau-a-pique* (divisórias interiores); 3. sistema (estrutural) de gaiola (semelhante ao usado pela arquitectura pombalina);

Enchimentos: existem diferentes exemplos de enchimento de paredes no CAC: 1. argamassa de terra e palha (mescla de terra fina, palha, soro de leite e água) aplicada à mão – "técnica-de-atirar" – ou com colher e espátula, em várias camadas sobrepostas; 2. argamassa de terra e cal e/ou bosta de vaca (com soro de leite e água); 3. "pães de terra" (bolas de terra feitas à mão, compostas por terra, cal e água) sobrepostos em camadas, assentes com uma argamassa fina de barro "puro" entre si; 4. adobes (tijolos de terra crua, cal e/ou palha e água) com dimensões variáveis – no CAC é comum usarem-se embalagens *tetra-pack*, para dar forma aos adobes; 5. toros de árvores (locais), como o sobreiro, o pinheiro ou o eucalipto, empilhados na vertical e assentes com uma argamassa de argila "fina"; 6. troncos de eucaliptos ou pilares de madeira aparada, colocados (lado-a-lado) a prumo.

Coberturas: (pelo exterior) são feitas de acordo com o modo tradicional, na sua maioria com uma inclinação de duas águas, revestidas a telha (de aba e canudo ou Marselha) ou por uma camada fina de "terra-solo", colocada sobre uma tela impermeável de polietileno (3 mm); [esta aplicação de extrema simplicidade, fruto da escassez de meios de quem constrói (neste caso da família Gounden) é a ideal devido aos factores climatéricos desta região Alentejana (clima seco, temperaturas elevadas e fraca pluviosidade), apresentando algumas parecenças formais com as coberturas de salão, existentes na ilha de Porto Santo, na Madeira (Mestre, 2005, p.66)]. Todas as coberturas das casas construídas no CAC, terminam com um beiral, que se entende entre 30 cm a 50 cm para além do limite das paredes exteriores, o qual funciona como uma protecção eficaz contra a acção da água da chuva e da humidade; (pelo interior) as coberturas são compostas por asnas e vigas de madeira, as quais "pousam" sobre um "anel" de madeira, construído no topo das paredes estruturais (caixa exterior) em madeira ou taipa; por norma, o isolamento é feito pelo interior, com (desperdícios de) cortiça e/ou lã de ovelha embebida previamente em cal (viva), os quais são colocados no interior de uma forra de madeira (protegida com óleo de linhaça);

Portas e envidraçados: Todos as portas e envidraçados das diversas as (incluindo algumas "portas-janelas" provenientes de aparelhos de máquina de lavar roupa ou de microondas) são reutilizados, tendo sido respigados ou adquiridos em *segunda mão*. Contudo, a maioria das caixilharias (em madeira maciça ou alumínio) possuem vidros duplos com corte térmico, e encontram-se em perfeitas condições de uso.

Revestimentos: (tanto nas superfícies exteriores como nas interiores) existem rebocos de parede com argamassas à base de terra, soro de leite e água enriquecidas – conforme a necessidade de se encontrar um equilíbrio térmico e uma aparência estética que se deseje obter –, com palha, serradura ou aparas de madeira, estrume de vaca, areia, cascalho, etc.; É também bastante comum, adicionarem-se a estas argamassas outros dois materiais: óleo de linhaça ou cal hidráulica, no caso em que as superfícies exteriores a revestir se encontrem viradas a norte, e como tal, demasiado exposta às acções da chuva, humidade e vento fortes.

Em algumas casas, os rebocos exteriores foram preteridos em função de um revestimento feito com tábuas de madeira (seca), aparafusadas na horizontal à estrutura em madeira, aplicadas com uma ligeira sobreposição entre si; posteriormente, foram pulverizadas com óleo de linhaça e queimadas (ligeiramente) com maçarico, de modo a protegê-las da acção de térmitas e de fungos.

Pinturas: (no exterior) regra geral, as casas permanecem com dois tipos de acabamento: 1. rebocos de terra à vista, sem qualquer tipo de pintura; 2. cal caiada;
(no interior) as superfícies das paredes são pintadas com várias camadas de tinta [(5)] (uma mistura de água, cal viva/hidratada ou gesso, soro de leite e o pigmento na côr desejada).

Que poderemos concluir acerca desta espécie de "sistema construtivo" usado pelos Gounden? Que princípios lhes são subjacentes?

Existem a meu ver, três princípios gerais que o caracterizam: primeiro que tudo, o seu carácter "cooperativo", levado a cabo pela máxima "Fazei o que gostaríeis que vos fizessem" (Fathy, 1971, p.129). Em Cabaços as vantagens de construir em comunidade estão bem à vista: "Primeiro do que tudo, uma aldeia construída pelos seus habitantes será um organismo vivo capaz de continuar a viver e a crescer, ao passo que uma aldeia construída por profissionais contratados será uma coisa morta que cairá aos bocados mal o último construtor se for embora. Em segundo lugar, uma aldeia construída em cooperação ficará muito mais barata do que se for necessário remunerar o trabalho (…)"(Fathy, 1971, p.129).

Este primeiro, leva-nos a um segundo princípio: trata-se de um "método" que definitivamente não segue as regras ou normas de construção *standart*; ao invés disso, tem como base uma aplicação verdadeiramente empírica de materiais de origem "local ou regional em resposta ao meio ambiente" (Lopes, Correia, 2004, pp.285-288). Isso ajuda a torná-lo num método construtivo relativamente barato e simplificado - o que reduz a necessidade de mão-de-obra especializada e profissional - e acessível a qualquer pessoa interessada em aprender a construir com terra.

Por último, há que notar que este modelo faz uso de uma ferramenta única: o tempo. A ausência de prazos ou metas impostas por terceiros na finalização de cada casa /construção implantada no lote do CAC – uma espécie de estaleiro *non-finito* –, senão os que provêm da vontade e da motivação (individual e colectiva) diárias, em construir uma pequena "aldeia" em (T)terra, tornam-no na minha opinião, num exemplo único e excepcional de edificação comunitária existente em território nacional.

Estes parecem-me ser alguns dos princípios que aproximam estas mesmas habitações do lado "genuíno" da arquitectura vernácula, com forte presença na região Alentejana. Mas serão estas mesmas, arquitecturas vernáculas no seu sentido "puro", isto é, "sem qualquer influência do estrangeiro"?

De facto, se observarmos o conjunto das obras existentes no CAC, poderemos facilmente concluir que existe da parte dos Gounden um verdadeiro conhecimento das condições ambientais (adversas /favoráveis em termos climáticos), e dos recursos (humanos e sociais) existentes no contexto específico em que se instalaram. Foi justamente a sua capacidade de "saber ver" os problemas /potencialidades de um lugar (Cabaços) e de uma região (Alentejo), – identificando os modelos de construção vernácula e tradicional locais –, que os levou num primeiro momento, a dar continuidade a "um modo de construir emanado da própria comunidade" (Lopes, C., 2004, pp.285-288), para mais tarde aprimorá-lo e adaptá-lo, em termos de técnica, de função e de eficácia, à sua própria maneira de fazer. Exemplos disso são:

1. A introdução de matérias de origem natural (pedra calcária, cascalho, cortiça, lã de ovelha, estrume de vaca, serradura, etc.) enquanto inertes de isolamentos térmico e capilar, procurando dessa maneira, dar resposta à falta de rigor e conhecimentos técnicos de quem construía, mais concretamente no seu uso eficaz aplicado à construção da fundação e da cobertura de uma casa em terra;

2. A construção de um "anel" (contínuo) com vigas de madeira, que fica (literalmente) "pousado" – sem qualquer tipo de fixação ou travamento vertical –, no topo das paredes do perímetro exterior da casa, sobre o qual descarrega todo o peso da cobertura. A construção desta "moldura", ganha particular relevância na (re) construção de casas tradicionais em terra – nas quais é comum encontrarmos as vigas da cobertura embutidas nos blocos de taipa –, uma vez que esta liberta a parte estrutural da cobertura das próprias paredes, permitindo dessa forma que ambas as partes possam funcionar de forma independente. Assim (em teoria), a cobertura passa a ter total autonomia para "dançar" sobre as paredes, minimizando os impactos directos ou colaterais provocados em caso de sismo ou semelhantes fenómenos naturais;

Certo será afirmar que a "raiz" das construções do CAC está nas invenções da arquitectura vernácula – resultado da sua "coerência de estilo, de forma e de aspecto" próprios do "(…) uso de tipos arquitectónicos tradicionalmente estabelecidos(…)" (Lopes; Correia, 2004, pp.285-288). Contudo, se as olharmos um pouco mais em profundidade, encontraremos em si – nas materialidade e espacialidade de cada casa – uma ambição sublime de ir para além dos limites formais dessa mesma condição. Isto é, existe nestas casas quanto a mim, uma vontade inerente de testar esses mesmos conceitos arquitectónicos – vernáculo e tradicional –, quer em termos estruturais – na forma de ligar e "equilibrar" o conjunto destas construções –, quer tipológicos – na organização do seu espaço interior, maioritariamente em *open space.*

Quanto às características contemporâneas destas habitações, a "ponte" faz-se sobretudo pela forte presença dos envidraçados de amplas dimensões na composição formal das casas. Por um lado, a introdução destes elementos (industriais), favorecem os ganhos solares directos no interior das casas, e consequentemente aumentam o conforto térmico (passivo) e a sua eficiência energética. Por outro lado, transformam profundamente a relação entre os espaços interior e exterior, alterando por completo a (tradicional) relação (vernácula) entre o habitante e a paisagem rural envolvente. Respondem dessa maneira a um novo tipo de vivências e exigências contemporâneas.

Não serão afinal, a forte presença de luz, o conforto térmico e o enquadramento visual da paisagem envolvente, elementos arquitectónicos de excelência contemporânea? Não serão estes os pilares da Arquitectura de qualidade (intemporal!) dos nossos dias?

Para além disso, o actual interesse deste tipo de construções (em terra crua) está na sua valiosa contribuição para a protecção de “um legado extremamente vulnerável e ameaçado pela uniformização económica, cultural e arquitectónica a nível mundial” (Pedra&Cal n.º25, 2005, p.34) Estas são quanto mim, a prova real em como é perfeitamente realizável a difusão de habitações (auto-geridas) de baixo custo, tecnicamente eficazes e desburocratizadas, e como tal, acessíveis a um elevado número de pessoas da nossa sociedade.

No fundo, são habitações que apesar da sua aparente “marginalidade” – por existirem “à margem” dos actuais meios legais de regulamentação geral da edificação urbana – aparecem-nos quanto a mim, enquanto “arquitecturas liminares”, isto é, projectadas no espaço que há “*entre”* dois conceitos fundamentais da história da Arquitectura: o vernáculo e o contemporâneo. Arquitecturas modestas que, para além das suas estética, materialidade e reversibilidade “naturais”, poderemos dar-nos ao luxo de intitulá-las de construções ecológicas e sustentáveis.





3. VALOR HUMANO

Independentemente de qualquer juízo de valor pessoal ou do rigor crítico do foro científico ou arquitectónico – estrutural, funcional e estético – que se possa proferir sobre as construções em terra erguidas no CAC, existe em si um valor intrínseco, que se prende com a riqueza daquilo que lá está, mas que num primeiro olhar não nos é dado a ver. Refiro-me mais concretamente, ao valor imaterial dessas mesmas edificações, adquirido ao longo do tempo pelo modo de fazer *tradicional* (leia-se habitual, contínuo e com relativo êxito alcançado) em colectivo, acto tão comum da arte de construir em terra. Para além das características técnicas e formais destas casas – forma, tipologia e materialidade –, elas comportam consigo as componentes humana e emocional, transmitidas pela clara consciência da parte dos Gounden da real interdependência entre a escala humana e a escala cósmica (Alegria. 1997, p.162), isto é, que as partes formam o todo.

Na minha opinião, estas construções têm a capacidade de nos fazerem relembrar o quanto se torna hoje necessário reaprendermos a importância do estímulo dos sentidos e do gesto (colectivo), deixando clara a necessidade da existência de uma visão holística na criação humana de um lugar, de uma casa, de uma aldeia ou de uma cidade.

Talvez seja por isso, que ao longo dos últimos quinze anos, já passaram pela aldeia de Cabaços algumas largas centenas de pessoas – profissionais ou meros curiosos

apaixonados pela construção em terra –, que com todas as suas diferenças culturais, religiosas ou políticas –, se disponibilizaram a fazer parte da construção de u"m lugar comunitário que existe muito para além da sua mera dimensão física. O CAC, é pois por excelência, um verdadeiro lugar de encontro, capaz de potenciar não só a troca e a partilha de experiências ligadas ao acto de construir com terra, como de comprovar a possibilidade de vivermos em profunda ligação à (T)terra. Um lugar em constante (re)construção pela família Gounden, segundo o princípio geral de uma "estética solidária": "(…) (a) humildade de saber pôr a terra ao serviço do Homem, sem esquecer o Homem ao serviço da Terra" (Alegria, 1997, p.163).

E quem por lá um dia passar, no lugar de Cabaços, certamente não deixará de notar que, para além das formas das casas moldadas em terra pelos taipais – ao ritmo "paciente" do calor do sol alentejano –, o "Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água", contém uma energia própria que emerge da vontade de construir uma comunidade. Algo de imensurável e inquantificável. Algo de eterno e sustentável no tempo. Aquilo a que naturalmente poderemos chamar de Património Humano.

Bibliografia

Alegria, J. (1997). Construir em terra no limiar do séc. XXI: não convencionalismo ou humanismo? *Diálogos da edificação. Estudo das técnicas tradicionais de construção.* Lisboa: Centro Regional de Artes Tradicionais (CRAT), p.162-165.

Bernard, R. (1973). *Architecture without architects.* New York: The Museum of Modern Art, p.1

Fathy, H. (1973). O sistema cooperativo. *Arquitectura para os pobres. Uma experiência no Egipto rural.* Lisboa: Argumentum, p.129.

Lopes, C. (2004). *Património arquitectónico e arqueológico. Cartas, recomendações e convenções internacionais.* Lisboa: Livros Horizonte, pp.285-288.

Mestre, V. (2005). Terra de Cobertura. Construções circulares com cobertura de terra (Alentejo) e coberturas de salão do Porto Santo (Madeira). *Arquitecturas de terra em Portugal.* Lisboa: Argumentum, p.66-67.

Minke, G. (2005). 2. Propriedades de la tierra como material de construcción. 2.1.9. Densidad. *Manual de construccion en tierra. La tierra como material de construccón y su aplicación en la arquitectura actual.* Uruguay: Editorial Fin de siglo, p.25.

Peters, F. E. (1983). *Termos filosóficos gregos*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 224.

Pinto, F. (1997). O nosso futuro terá que estar no nosso passado. Diálogos da edificação. *Estudo das técnicas tradicionais de construção.* Lisboa: Centro Regional de Artes Tradicionais (CRAT), p.148.

Saramago, J. (1991). *O evangelho segundo Jesus Cristo*. Lisboa: Caminho, p.29.

Teixeira. G.; Belém, M. (1997). Prefácio. *Diálogos da edificação. Estudo das técnicas tradicionais de construção.* Lisboa: Centro Regional de Artes Tradicionais (CRAT), p.8.

VA (1999). Volume XXII. *Nova encicliopédia Larousse.* Lisboa: Círculo de Leitores, p.6944-6945.

Notas

(1) O 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água' é uma Associação Juvenil (ONGA), sem fins lucrativos, que tem como principais objectivos a educação ambiental e o desenvolvimento rural e local de forma sustentável, através das tradições artesanais e do intercâmbio entre pessoas de países de cultura europeia. Informações disponíveis em: [http//CAC.planetaclix.pt].

(2) A Freguesia de Relíquias, à qual pertence a aldeia de Cabaços, conta actualmente com uma população de 1108 habitantes, distribuídos numa área aproximada de 120,113 km^2.

(3) Emmanuel Gounden (1952) é natural da Guiana Inglesa. Professor de Matemática na Alemanha, trabalhou mais de trinta anos na área da construção civil em diversos países da América de Sul e nos EUA. Em 1992, fixou residência com a sua mulher, Juliane Gounden, na aldeia de Cabaços. Fundou uma empresa de construção e recuperação imobiliária, tendo construído nos últimos quinze anos cerca de trinta casas em terra, entre o Alentejo e o Algarve. É Presidente do CAC, onde desenvolve actividades ligadas à construção ecológica, de educação ambiental e social.

(4) "O uso contemporâneo da *techne* (no século de Platão) era descrever qualquer habilidade no fazer e mais especificamente, uma espécie de competência profissional oposta à capacidade instintiva ou ao mero acaso" (Peters, F. E., 1983, p. 224)

(5) Os cursos de construção em terra crua que decorrem anualmente no CAC, são uma das suas actividades regulares sem fins lucrativos.

(6) Uma vez que não se tratam de tintas industriais, é aconselhável a realização prévia de alguns testes de cor, bem como o cálculo relativo da quantidade a utilizar em determinado espaço.

Curriculum

Ricardo Pires, Arquitecto, Mestre em Arquitectura pela Universidade Autónoma de Lisboa (2007), Vice-Presidente do 'Centro Ambiental de Cabaços (CAC) – Terra, Vento, Fogo e Água'.

ARQUITETURA VERNÁCULA NO BRASIL. UM ESTUDO SOBRE TIPOLOGIA E SISTEMA CONSTRUTIVO NA ZONA RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

José Euzébio Costa Silveira
FEA.FUMEC - DA.PUCMINAS – DA.UNI.BH
Alameda das Orquídeas, 641 – NL/MG – Brasil – CEP: 34.000-000
Tel: 55(31)3581.8586; Cel: 55(31)8829.3032; Email: euzebio65@hotmail.com

Tema 4: Arquitetura Vernácula e Contemporânea
Palavras-chave: Material local, pau-a-pique, taipa de pilão com solo-cimento.

Resumo
Percorrendo a zona rural do Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, nos deparamos com uma arquitetura vernácula, construída com materiais extraídos de onde se obtinha o sustento daqueles que ela abrigava: seu entorno imediato. Estrutura, paredes, piso, teto, aberturas e telhado reverberam o lugar natural de onde foram gerados. Sua origem remonta à chegada dos colonizadores para a exploração de ouro e diamante no século XVIII e seu contato com os índios que já estavam ali, morando em aldeias construídas com paredes de pau-a-pique, cobertas de palha, as “tejupabas”. Ao longo das Estradas Reais, que serviam de rota para escoamento dos minerais preciosos, foram surgindo as vilas. Segundo Vasconcellos (1946) aquelas construções rústicas dos índios serão a base construtiva de toda a arquitetura colonial brasileira. A introdução da telha cerâmica e da sofisticação da carpintaria e revestimentos será trazida pelos portugueses. Terra, pedra, madeira e fibras vegetais serão as principais matérias-primas dessa arquitetura plenamente adequada ao clima tropical, quente ou ameno, com estações de chuvas bem marcadas. Dessa miscigenação resulta uma arquitetura que nasce da natureza mimetizando-se nela. E seu habitante também sofre as influências do lugar. Seus hábitos, sua linguagem e universo simbólico (cultura imaterial) serão configurados pela paisagem que o envolve. O ambiente natural e o domesticado vão se fundindo da mesma maneira que o homem a esse lugar.

O objetivo desta comunicação é apresentar o trabalho de valorização desse patrimônio em realização na cidade de Mesquita, MG. Empreendemos num registro documental de exemplares significativos dessa arquitetura vernácula rural que adotam soluções estandardizadas, da casa modesta do trabalhador à sede de fazenda, espaçosa e avarandada. Simultaneamente realizamos uma experiência prática em arquitetura de terra, envolvendo a comunidade local e estudantes de arquitetura e engenharia ambiental da capital. Trata-se da construção de uma capela utilizando alvenarias em pau-a-pique e em taipa de solo-cimento. Utilizando técnicas tradicionais e contemporâneas, promovemos divulgação de conhecimento e capacitação de profissionais. Esperamos contribuir para a valorização deste patrimônio tradicional construído em terra crua e para a difusão da possibilidade do uso da terra com técnicas contemporâneas.

1. SOBRE A ORIGEM DA PAISAGEM QUE VEMOS

Percorrendo a zona rural do Estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil, ainda nos deparamos com uma arquitetura vernácula, construída com materiais extraídos do mesmo local de onde se obtinha o sustento daqueles que ela abrigava: o seu entorno imediato. A estrutura e as paredes, o piso e o teto, as aberturas e o telhado reverberam o lugar natural de onde foram gerados.

O curral à frente, o paiol e o quarto de arreio ao lado, o galinheiro, a horta e o chiqueiro atrás da casa, sempre próxima a uma nascente que a abastece por gravidade, demarcam o território. O pomar em volta fecha o limite entre a porção doméstica e a lavoura e o pasto que a contornam. Uma reminiscência de mata nativa, a capoeira, normalmente no topo das montanhas ou em torno dos cursos d’água completa essa paisagem (Fig. 1). A origem dessa forma de habitar remonta à chegada dos primeiros colonizadores e seu contato com os índios que já estavam ali.



Figura 1 – Fazenda Sucupira em Mesquita, MG, Brasil. (Crédito: José Euzébio, 2007)

2. A OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

A ocupação de Minas a mando dos portugueses, dada a topografia montanhosa coberta por densa floresta de mata atlântica, era natural que começasse pelos vales, acompanhando rios cuja transposição fosse viável. *"A serra da Mantiqueira se tornou guardiã do território que abrigava as minas, e foi poderoso obstáculo à entrada dos homens em suas caminhadas exploratórias"* (Teixeira, 2004). A exploração de ouro e diamante no século XVIII consolida a ocupação do solo mineiro de forma concentrada em torno dos pólos extrativistas. Um número grande da população da colônia e de estrangeiros foi atraído para estes pólos, o que Souza (1978) chama de "fluxo centrípeto".

Para o escoamento dos tesouros encontrados até o litoral de São Paulo e Rio de Janeiro, de onde seguiriam até o continente europeu, foram abertos caminhos controlados com severa vigilância. No sentido oposto, eles serviam de passagem para o abastecimento de víveres e múltiplas mercadorias, como escravos, utensílios e ferramentas para o interior da então Capitania das Minas Gerais. "*Ao longo desses caminhos, pequenas roças e criações foram sendo fixadas com claro intuito de abastecer os viajantes*" (Zolini, 2007).

O declínio da atividade mineradora em virtude do esgotamento das reservas naturais promove um movimento de dispersão da população antes concentrada em torno das lavras. "*Nesse processo, os pousos e pontos de abastecimento começaram a ser foco de atenção e desenvolvimento de 'nova' atividade econômica, a agricultura e a pecuária, que passaram a absorver a mão-de-obra das minas*" (Zolini, 2007). Este fluxo centrífugo (Souza, 1978) definiu o assentamento de muitos povoados e vilas em Minas a partir da metade do século XVIII. O vasto território entre esses núcleos, ainda não colonizado, mas repleto de índios, começa então a ser desbravado por uma população com 200 anos de miscigenação. Minas deixa de ser lugar de passagem.

No século XIX, enquanto no estado de São Paulo a lavoura de café expande-se favorecida pela topografia mais fácil de ser cultivada, em Minas é a pecuária leiteira que ganha força, associada a lavouras de cana, milho, feijão e cereais diversos. As propriedades mineiras, geograficamente isoladas, vão se formando diante da necessidade de auto-suficiência num tempo onde bens industrializados eram raros. Da terra e do trabalho sobre ela viria toda a sobrevivência do novo morador.

A forma de viver desse homem mestiço resguarda influências herdadas dos povos dos quais descende, ao mesmo tempo em que revela uma identidade própria: “o jeito mineiro de ser”. Em dependência direta da natureza, que é experimentada a céu aberto assim como os índios. Laborando no plantio e beneficiamento da lavoura, bem como na lida com ‘a criação’, com braço forte como o dos negros. Não mais nômade, mas morando numa tipologia de geometria retangular na planta e prismática na cobertura, como dos europeus. É assim o modo de viver dessa população com traços de muitas gerações de mamelucos, cafuzos e mulatos.

3. A ARQUITETURA QUE SURGE

Quando os desbravadores bandeirantes chegaram ao território mineiro, encontraram uma população numerosa de índios morando em aldeias construídas com paredes de pau-a-pique e cobertura de palha. *“Para o estudo da arquitetura civil em Minas Gerais, não há dúvida que devemos considerar as construções indígenas, as ‘tejupabas’, como ponto de partida”* (Vasconcellos, 1946). Na descrição do autor elas eram “*compostas de quatro paredes de paus-a-pique, a cobertura vegetal e uma porta. Copiada dos silvícolas, foi a arquitetura única de todo o Brasil até que foi sendo recuada do litoral para o interior”*. A figura 2 mostra uma construção contemporânea, na reserva dos índios pataxós no sul da Bahia, berço do descobrimento do Brasil. Não encontramos, nos dias de hoje, assentamentos remanescentes dos indígenas que habitavam em Minas quando da descoberta do ouro. Botocudos, Aimorés, Krenaks, todos foram dizimados durante a ocupação portuguesa. Através desta foto, contudo, podemos inferir como seriam suas habitações até o século XVI.




Figura 2 – Construção indígena em Porto Seguro, no sul Bahia, Brasil; Figura 3 – Moradia rural em Mesquita, Minas, Brasil. (Créditos: José Euzébio, 2008 e 2009).

Os índios migravam de um lugar a outro em busca de provisão que a natureza lhes proporcionava. Não se ocupavam em fazer para durar nem acumular. Os portugueses vieram para ficar, dominar, sujeitar o território e o povo nativo. Introduziram a telha cerâmica e a sofisticação da carpintaria. Ergueram a casa do chão com robusta estrutura, compartimentaram seu interior em espaços distintos, revestiram as paredes. O resultado é uma arquitetura autóctone, realizada por um homem que precisa trabalhar a terra para dela colher sua provisão, além de abrigar-se de um clima quente ou ameno, marcado sazonalmente por chuvas torrenciais (Fig. 3).

Em Minas, a densa Mata Atlântica, que então recobria o território, era provedora abundante de madeira para a estrutura, para as portas e janelas, para o assoalho e o telhado. A geometria, dedicada a corresponder aos desafios que o abrigo deveria enfrentar, influenciou sua fisionomia. A forte ossatura da cobertura revela o esforço com que se preparam para resistir ao vigoroso combate às estrondosas chuvas de vento, trazidas pelo verão tropical. O refluxo das águas é evitado com acentuada declividade, mas suavizada pelo galbo do contrafeito, que terminam sobre longos beirais, na tentativa de jogar a água para longe das paredes de terra crua.

O assoalho, suspenso do chão para evitar umidade, permite que uma brisa fresca penetre por suas frestas. As paredes de terra, com grande inércia térmica, contribuem para suavizar a temperatura média no interior das casas. A ventilação cruzada, proporcionada pelas aberturas, também contribui para o conforto do micro clima. O ar quente em ascensão atravessa o forro de esteira, que também protege da poeira, indo sair por entre as telhas de encaixe irregular. Nota-se assim tratar-se de uma arquitetura apropriada ao clima tropical de altitude, construída com a matéria prima outrora abundante. Sua organização sobre o terreno é pensada de maneira a atender à demanda da lavoura de subsistência e da pecuária, que permeiam o cotidiano.

4. SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DA ARQUITETURA RURAL EM MINAS, DO SÉCULO XX À ATUALIDADE

A atividade rural de Minas Gerais prossegue em seu ritmo habitual até o começo do século XX. A mudança do panorama econômico mundial, a partir da revolução industrial, vai transformar essa realidade em poucas décadas. A concentração da riqueza e da população em centros urbanos traz como conseqüência a desvalorização do produto da terra. Um novo fluxo centrípeto, em busca de outras oportunidades de trabalho nas cidades, provoca uma ruptura na relação mimetizada do homem com aquela natureza. Com suas raízes já firmadas no campo os patriarcas assistem seus filhos, um a um, saindo para serem estrangeiros ‘por esse mundão de meu Deus’.

Com a industrialização brasileira no governo JK e a urbanização do país, o ciclo de interação entre a natureza e o homem vai dar lugar ao esvaziamento do campo. Até onde resistem, permanecem os pais tocando o negócio. O fim da força física ou o luto vão consumar o fechar das janelas e portas. A partilha dos bens desconstrói a possibilidade de produção, que depende de toda a propriedade para prosperar. As visitas periódicas para colher os frutos no quintal vão ralentando ano após ano. O mato cresce, a cerca cai. Cupim e umidade acham ambiente propício para se fartarem. A família se espalha, e com ela sua cultura. Toda aquela sabedoria, *“expressa muitas vezes em sofisticadas soluções técnico espaciais, passadas de pai para filho a se perder de vista no passado”* (Ferraz, 1996), está a ponto de se pulverizar no futuro.

Essa cultura rural está viva hoje entre os anciãos e os remanescentes, que ainda guardam um rico conhecimento da natureza, da culinária, do linguajar próprio, da maneira enigmática de se relacionar.

No âmbito da cultura construtiva, o que já está registrado não esgota o universo desse conhecimento. *“São os encaixes e travamentos da madeira, o assentamento das pedras, a mistura exata do barro com o estrume de gado e a cal para um reboco, o corte dos mourões de cerca em ponta para que a água escorra, ou a escolha do melhor ponto para a construção da pinguela que transpõe o córrego. São soluções como que estandardizadas”* (Ferraz, 1996) que podemos reconhecer na casa modesta do trabalhador ou na sede de fazenda, espaçosa e avarandada. Com os mesmos conhecimentos e materiais foram erguidas uma e outra. A cultura desse *“mundo frágil e escondido, talvez esteja vivendo a sua etapa final bem ao nosso lado”*(Ferraz, 1996).

5. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA: UM PROJETO PILOTO

Esta arquitetura remanescente tem sua origem na ramificação de caminhos e rotas da Estrada Real. Não raramente está fora da esfera de atuação dos órgãos responsáveis pelo patrimônio histórico e dos cuidados para sua preservação ou conservação. Padecem muitas vezes do olhar valorativo dos próprios proprietários ou usuários. Via de regra são consideradas sinônimo de atraso ou pobreza. A falta de apreço pelo imóvel parece ser um dos primeiros fatores de risco para sua sobrevivência.

A cidade de Mesquita, objeto deste trabalho, vive uma realidade comum de se encontrar naquelas que têm a mesma origem. A arquitetura vernácula não conta com nenhum plano de reconhecimento ou tombamento patrimonial. As edificações que se encontram habitadas são mantidas pelos moradores em condições consideradas razoáveis ou boas. As intervenções realizadas ignoram as diretrizes patrimoniais, seguindo critérios pessoais. A substituição das paredes originais por alvenaria de tijolo, a incorporação de anexos à volumetria ou a utilização de esquadrias diferentes, são práticas habituais em todo o estado.

Esta pesquisa empreendeu em duas ações estratégicas para a constituição de um projeto piloto a ser implantado na região. A primeira foi o registro documental de exemplares significativos desta arquitetura, descrevendo a evolução da tipologia, sua forma de ocupação do território, bem como as técnicas e procedimentos construtivos e os materiais empregados. Esta base de dados, extraída da fonte primária, constitui acervo importante e necessário para resguardar essa memória cultural em face ao risco do seu desaparecimento.

A outra ação foi propor uma experiência em que se pudesse por em prática os conhecimentos que ainda permanecem vivos entre os moradores e construtores locais. Seria a oportunidade de registrar os procedimentos para a construção em pau-a-pique tradicional, catalogar regionalismos de soluções técnicas ou nomenclaturas, de compreender de onde provém a matéria prima, a maneira tradicional de obtê-la, além da identificação dos materiais que já não existem.

6. O REGISTRO DOCUMENTAL

Foram selecionadas para uma primeira amostragem 12 edificações**,** aos pares, formando 6 grupos que representam a evolução da tipologia estudada. O critério que norteou a escolha foi o de identificar aquelas que adotam soluções estandardizadas da casa modesta do trabalhador à sede de fazenda, espaçosa e avarandada. A apresentação começa pela ‘cabana’ simples de duas águas, sem varanda, com piso de chão batido. Segue com a casa de telhado de quatro águas, suspensa do chão, dada a introdução do piso em assoalho de madeira. Passa para o grupo que acrescenta a varanda à sua frente e um ‘puxado’, em direção aos fundos, conferindo à planta a forma de ‘L’. Finalmente um grupo raro, de maior tamanho, que une a seu corpo principal um corpo secundário, também retangular, por uma passarela coberta, o “corete”, fechada para o pátio interior da casa.

Os dois últimos grupos são registros de duas casas que foram restauradas e outras duas que foram demolidas durante a realização desta pesquisa. Um alerta que se faz é que estas casas passaram a ser alvo de demolidores profissionais, interessados em comercializar seus despojos nos grandes centros como peças de antiquário, a preços incrivelmente superiores aos pagos por elas. Tornou-se atividade rentável, uma vez que os forasteiros se beneficiam da desinformação, por parte dos proprietários, do seu real valor material e imaterial. Este fato reforça a importância de ações que promovam o reconhecimento do valor histórico e cultural dessa arquitetura vernácula. Assim, poderão surgir estratégias para sua conservação e preservação.

7. A EXPERIÊNCIA PRÁTICA: A CONSTRUÇÃO DE UMA CAPELA

Concluídos os levantamentos realizamos uma experiência prática em arquitetura de terra, envolvendo a comunidade local e estudantes de arquitetura e de engenharia ambiental da capital, utilizando técnicas tradicionais e contemporâneas de construção com terra, para difusão do conhecimento e capacitação de profissionais. Esta experiência permitiu conferir o quanto desse saber, vivo na memória da população local, ainda pode ser posto em prática ali. Também preencheu a expectativa deste trabalho de averiguar as possibilidades e os limitadores para o uso desse sistema nos dias de hoje.

Esta experiência prática trata-se da construção de uma capela na Fazenda Mirassol, zona rural do município de Mesquita. Um cômodo único, fechado por cinco paredes, que serviram para experimentação das técnicas e das dosagens do enchimento e dos revestimentos. Como ponto de partida tomou-se o sistema construtivo tradicional do pau-a-pique, tentando ser-lhe o mais fiel possível, com mão-de-obra local e habituada – ainda que no passado – com este tipo de construção. Os materiais, sempre que possível, também seriam conseguidos no entorno.

Também ponderou-se, por se tratar de uma construção contemporânea, sobre a pertinência de propor a utilização de técnicas construtivas com terra nunca antes utilizadas na região. Além da terra argilosa, ideal para o pau-a-pique, existe no local uma terra arenosa, apropriada para a taipa de pilão. Decidiu-se então construir três paredes em pau-a-pique, e outras duas em taipa de pilão com solo-cimento (Fig. 4).



Figura 4 – Construção de parede de taipa de solo-cimento. (Crédito: José Euzébio, 2009)

Alguns desafios já se anunciaram logo no princípio. Não seria possível conseguir toda a matéria prima na fazenda. As reservas de mata nativa existentes, por exemplo, são hoje áreas de proteção ambiental. Não se pode delas extrair madeira de lei para a estrutura. Foi suprida parte dessa demanda reaproveitando a madeira de uma antiga edificação da fazenda que já havia sido demolida. O restante da madeira para a estrutura das paredes e da cobertura foi comprado fora do município.

O piso deveria ser suspenso para evitar a umidade por capilaridade nos pés das paredes, provenientes do chão. O assoalho de demolição restante não seria suficiente para todo o piso. A construção de uma laje pré-moldada mostrou-se como alternativa mais econômica e ágil.

Sobre a laje de piso ergueu-se primeiramente as paredes em taipa, antecipando-se à colocação dos frechais, para que os soquetes de compactação tivessem liberdade para trabalhar. Usou-se formas de compensado plastificado, que vão se deslocando verticalmente. A estabilização da terra com pequena quantidade de cimento permite a confecção de paredes mais esbeltas. Nesta obra elas foram erguidas com 19 cm de espessura.

Concluídas as paredes de taipa de solo-cimento, passou-se para a colocação das peças da estrutura de madeira. Nela procurou-se utilizar os mesmos sistemas de encaixe e soluções tradicionais. Os ‘frechais’ se cruzam em ‘meia madeira’, apóiam-se sobre ‘espigas’ dos ‘esteios’ e das ‘ombreiras’ ou encaixam-se em ‘ganzepe’ com o esteio da torre. Um deles também precisou ser emendado. O ‘encaixe francês’ ou ‘raio de júpiter’ foi realizado com perfeição. Os ‘cachorros’, encaixados de topo nos ‘frechais’, sustentarão o ‘guarda-pó’ e o ‘contra-caibro’ do ‘galbo do contrafeito’. Sob os frechais foram feitos os encaixes para os ‘enchumentos’ do pau-a-pique. Toda essa nomenclatura foi recolhida de depoimentos dos construtores locais. Boa parte são as mesmas que encontramos na literatura sobre o tema, revelando que a tradição da carpintaria portuguesa permanece viva mesmo numa população que nunca saiu do local ou freqüentou escola. Outras são regionalismos próprios do lugar.

Na trama das paredes de ‘barreado’ optou-se por usar peças de caibro para os ‘enchumentos’. Como seriam comprados para o telhado, tornou-se prático trazer em quantidade suficiente para a trama das paredes. Evitou-se extração de madeira da mata remanescente, que seria também mais vulnerável ao ataque de cupim. A regularidade das peças em relação aos paus roliços também confere à parede espessura constante, facilitando o trabalho na etapa do reboco.

Foram mantidas as tradicionais ripas de rachas de bambu, colhidos na lua minguante. A amarração foi feita com Cipó de São João, comprovando sua eficácia que, segundo um construtor local, é superior à amarração feita com arame ou com fita de plástico para embalagem. De acordo com o Sr. Geniz, com plástico ou arame “o amarrio bambeia mais fácil. Com o cipó, não”.

A terra usada para o enchimento das paredes, tanto da taipa quanto do pau-a-pique, foi retirada do próprio local da obra. Para o solo-cimento usou-se terra arenosa, estabilizada com traço de 10:1 para simplificar a dosagem, já que a mão de obra local não tinha experiência com o assunto. As paredes apresentaram resultado satisfatório quanto à aparência e à robustez. Para o preenchimento do pau-a-pique surgiu uma

surpresa. A literatura recomenda terra argilosa para esta técnica, obviamente para sua melhor moldagem e aderência à trama de madeira e bambu. O Sr. Geniz, carpinteiro experiente e encarregado da obra, sugeriu a utilização da mesma terra arenosa para as paredes de ‘barreado’. Segundo sua experiência de morador em casa de pau-a-pique, a terra arenosa trinca menos. Decidiu-se então fazer duas paredes com terra arenosa e uma com terra argilosa, sem estabilização.

Na ocasião da confecção das paredes de pau-a-pique foi organizada a participação de estudantes de arquitetura e engenharia ambiental da capital mineira. Em visita de campo guiada puderam presenciar esta arquitetura vernácula em seu ambiente natural, estabelecer contato com moradores e construtores locais, experimentar a execução de técnica tradicional, vivenciando em realidade o que a pesquisa está registrando. Esta vivência pretende suscitar, nos futuros profissionais, curiosidade e interesse por este patrimônio cultural a partir da cultura construtiva (Fig. 5).



Figura 5 – Equipe de alunos com os trabalhadores locais após construção do pau-a-pique. (Crédito: José Euzébio, 2009)

Na etapa dos revestimentos das paredes de pau-a-pique foram usados três tipos de composição. Nas paredes confeccionadas com terra arenosa foram testadas duas dosagens de terra misturada com areia e estabilizada com cal: traços de 6:1 e 3:1. Estas receitas foram recomendadas por pesquisadores das universidades FUMEC e UFMG, respectivamente. As paredes receberam primeiramente uma camada irregular para recobrimento das trincas. Sobre esta aplicou-se a camada final de regularização, desempenada com régua de alumínio.

Na parede construída com terra argilosa usou-se o tradicional reboco feito com mistura de terra, areia e estrume de gado. Essa massa é bastante mais maleável que a outra que leva cal. As duas camadas devem ser aplicadas com colher de pedreiro, uma vez que o recobrimento final não aceita ser desempenado com régua. Resulta uma aparência mais irregular, bem própria da arquitetura vernácula. A etapa da pintura teve que ser adiada em função da chegada com força total da estação das chuvas (Fig. 6).



Figura 4 – Obra da capela em outubro de 2009. (Crédito: José Euzébio, 2009)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O olhar ‘estrangeiro’, interessado por essas construções, provocou uma elevação na auto-estima de seus moradores. A cada visita para medição ou seção de fotografias éramos recebidos com sorriso cada vez mais confiante e orgulhoso. O estigma de ‘coisa velha’, ‘que não presta’, começa a ser dissolvido. A afeição pelo próprio imóvel, ao que parece, será fator determinante na preservação do patrimônio remanescente.

A construção da capela serviu para avivar na população local a cultura vernácula que vem adormecendo. O conhecimento está vivo nas gerações adultas, mas é quase desconhecida pelos jovens. Por outro lado, a novidade apresentada ali, tanto da taipa de pilão quanto da estabilização da terra com cimento, depois de demovê-los da dúvida unânime de que ficaria de pé, motivou ricas discussões sobre sua viabilidade e aplicabilidade nos arredores. Incluindo a inovação, foi estabelecida uma via de mão dupla de aprendizado. Abriu-se território para aprender com a cultura local, ao mesmo tempo em que se leva algo novo até ela.

A experiência prática tornou-se valiosa oportunidade de testar, numa construção contemporânea, as possibilidades e limitações da adoção da técnica do pau-a-pique nos dias de hoje. Alguns materiais, como o bambu, o cipó, a tabatinga ou a terra são

abundantes e fáceis de serem extraídos. A madeira já é coisa rara e onerosa. Tem que vir de longe, sem contar com o aspecto extrativista que ainda é prática corrente. O manejo sustentável ou reflorestamento são anseios necessários, mas para o futuro a médio e longo prazo.

O envolvimento da comunidade científica era oportuno e esperado. A participação de estudantes de arquitetura e engenharia ambiental da capital trouxe importante contribuição para o trabalho. Com entusiasmo aceitaram ao convite para a participação na construção das paredes de terra. Surgiram inúmeras perguntas e debates, sinalizando de forma convincente a pertinência de pesquisas ligadas a patrimônio cultural e sua preservação, bem como sobre o impacto das tecnologias sobre o planeta, sobre preservação do meio ambiente.

O registro sistemático de todo o processo constitui base rica para as reflexões. Conhecer de perto a realidade do processo construtivo torna-se importante estratégia de capacitação para futuras experiências ou intervenções em edificações construídas em pau-a-pique e em outras técnicas que utilizam terra crua.

A extensão deste projeto piloto aos municípios vizinhos de Joanésia e Ferros é o primeiro desdobramento pretendido pela pesquisa. Por estes municípios passava, até o começo do século XX, a rota de tropeiros que ligava a Estrada Real ao Porto da Pedra, às margens do rio Santo Antônio. Esta rota foi responsável pelo surgimento das vilas que deram origem a esses municípios.

A apresentação do artigo neste evento internacional certamente respaldará o projeto diante do poder público local e regional. Ações conjuntas entre o governo, instituições de pesquisa e a iniciativa privada são caminhos promissores para a conscientização e preservação do patrimônio cultural que a arquitetura de terra vernácula abriga, bem como para a difusão da possibilidade do uso da terra com técnicas contemporâneas.

Bibliografia

Ferraz, M. C. (1996). *Arquitetura rural na Serra da Mantiqueira.* São Paulo: Instituto Lina Bo e P. M. Bardi.

Souza, W. P. (1978). *Ensaios sobre o ciclo do ouro.* Belo Horizonte: UFMG.

Teixeira, C. M. (2004). *Origens e transformação da arquitetura vernácula do ciclo do ouro: Um estudo sobre Lavras Novas, Ouro Preto, Minas Gerais.* Valladolid: ETAUV.

Vasconcellos, S. d. (1946). Contribuição para o estudo da arquitetura civil em Minas Gerais I. *Arquitetura e Engenharia , v.1, n.2*, jul./ago. pp. 30-35.

Zolini, G. P. (2007). *A inflexão do conceito gentrificação em conjuntos urbanos patrimoniais em cidades de pequeno porte*. Belo Horizonte: UFMG.

Curriculum

Engenheiro Arquiteto (EA/UFMG, 1989), Posgrado en Arquitectura de Gaudí (UPC – Cátedra Gaudí, 1993), CEAATerre (CRATerre-EAG/GRENOBLE, 1994), Mestrado em Sistemas Construtivos (FEA-FUMEC, 2009), Professor e Pesquisador das FEA.Fumec, DA.PUCMinas e DA.UNI.bh desde 1995.

SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE RAIZ TRADICIONAL EM MOÇAMBIQUE: UMA ABORDAGEM

Margarida Donas Botto
Direcção Regional de Cultura do Alentejo – Rua de Burgos, n.º 5 7000-863 ÉVORA
Telefone: 00351 266 769800-805
CEAUCP – Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto
E-mail: maggiebotto@gmail.com

Tema 4: Arquitectura vernácula e contemporânea
Palavras-chave: Moçambique, construção tradicional, terra

Resumo
A arquitectura vernácula em Moçambique, se nos reportarmos ao que podemos designar como o tipo de arquitectura projectada pelos habitantes de uma determinada região ou período histórico mediante o conhecimento empírico, a experiência de gerações anteriores e a experimentação, recorrendo, por conseguinte, aos materiais disponíveis na envolvente imediata é, basicamente, uma arquitectura pobre, de escassos recursos e soluções construtivas pouco eruditas, nomeadamente em zonas rurais. Talvez por isso, não tem merecido mais do que uma atenção quase episódica por parte dos investigadores, relegada, em grande parte, para o ramo da etnografia e da antropologia. E, no entanto, é em tipologias herdadas destes modelos ancestrais de habitação que grande parte da população moçambicana continua a residir.

Este artigo pretende dar a conhecer a realidade actual da construção tradicional no Sul de Moçambique - com referências ao Norte e Centro - nomeadamente das designadas palhotas, fabricadas com materiais locais e à medida dos recursos existentes na região, destacando o papel dos revestimentos de terra que conferem a estas habitações maior resistência e inércia térmica; por outro lado, pretende-se igualmente apresentar a produção artesanal de tijolos que, numa zona localizada e devido às características do solo, assumem um papel importante na economia local.

A palhota é, desde tempos imemoriais, o habitat de muitas populações africanas, aliando uma extrema simplicidade de construção à utilização de materiais facilmente acessíveis nas zonas circundantes; consoante o território em que se integram podem ser mais ou menos complexas, agrupar-se de formas diversas ou alcançar dimensões variáveis. Em Moçambique, é comum encontrarmos “aldeias” de palhotas que correspondem ao Habitat de uma única família, em que cada unidade corresponde a um membro da família, com algumas cabanas de maiores dimensões ou mais elaboradas destinadas a funções específicas: por exemplo, ao casal, à prática de ritos de iniciação na vida adulta para os adolescentes, etc.(Weule, 2000). O conjunto destas palhotas é protegido por uma cerca por vezes constituída simplesmente por arbustos espinhosos plantados ordeiramente (e extremamente eficazes em termos de protecção!) ou feitas com folhas de palmeira entrançadas ou paus dispostos verticalmente.

Seguindo embora uma matriz comum, é grande a variedade de edificações rurais que genericamente denominamos de palhotas (fig. 1a), e que englobam desde a cabana mais elementar, construída com ramos de árvores (mangal, cajueiro, mangueira, bambu) e telhado de colmo, às denominadas construções de pau a pique (fig. 1b), que podem atingir dimensões consideráveis e acabamentos diversos. A utilização de um acabamento liso, obtido através da aplicação de uma camada de terra e água é comum nas zonas onde este material é mais abundante.

1. UTILIZAÇÃO DE TERRA NA CONSTRUÇÃO AUTÓCTONE

A construção em terra, apesar da abundância deste material, não é dominante em Moçambique, nem na maior parte dos países da África subsahariana, ao contrário do que sucede na África do Norte. Se é indiscutível que “ainda hoje, um terço da população humana reside em casas de terra” (Minke, 2006, pp 11), também é verdade

que a grande tradição da arquitectura em terra não conhece, em Moçambique, exemplos dignos de nota: a utilização deste material cinge-se praticamente aos revestimentos, destinados a dotar as construções tradicionais de melhores condições de habitabilidade, ou à já referida produção de tijolos artesanais, que acabam, no entanto, por não encontrar correspondência na arquitectura rural.



Fig.1 a) Palhota tradicional da Swazilândia; b) Construção de pau-a-pique entre a fronteira de Moçambique e a Swazilândia, preenchida com barro seco ao sol (créditos: Margarida Donas Botto, 2009)

Uma primeira análise dos diversos tipos de habitação tradicional/autóctone em Moçambique não permitiu concluir quanto à existência de construções em adobe ou em taipa. É certo que, durante a ocupação portuguesa e por influência desta, se construíam casas de adobe; Theodorico Sacadura Botte, nas suas "Memórias e Autobiografia", identifica, referindo-se à província da Zambézia, os "*magníficos tijolos chamados "burros", para as estufas de tabaco e para as casas, (que) eram secos ao sol e depois cozidos em enorme médas*" (Botte, 1987, pp129). Mais adiante, na mesma obra, descreve *"(...) um chão batido com uma mistura de bosta, barro e cera virgem que dá um acabamento que parece vidro (...)*", ou as *"(…) casas de pau-a-pique e adobe, com cobertura de colmo*." Estes relatos, feitos na década de 20 do século passado, durante a estadia do autor em Moçambique, testemunham uma utilização corrente deste material em construções comuns, seguramente frequente nas edificações erigidas pelos portugueses em zonas onde não abundavam outros materiais de construção. Não se refere concretamente a estruturas autóctones que, então tal como agora, utilizavam, conforme já referido, os materiais disponíveis na área circundante (fig 2).



Fig. 2 a) Construção rudimentar de pau-a-pique com revestimento de terra, Boane, zona de Maputo; b) Construção (inacabada) de pau-a-pique em Pemba; c) palhotas com revestimento de barro, Pemba (créditos: Margarida Donas Botto, 2009)

Redondas, quadradas ou rectangulares, estas construções singelas são constituídas por uma estrutura em madeira, revestida de palha, caniço ou folha de palmeira entrançada, e com coberturas nos mesmos materiais, por vezes sobrepostos ou recortados por forma a criar alguns efeitos decorativos. Não raro, as paredes exteriores são cobertas com uma camada de argila, aplicada com o objectivo de

fornecer alguma impermeabilidade à habitação. Noutros casos, as construções são elaboradas através da técnica de pau-a-pique: as estruturas de madeira reticulada são preenchidas com barro podendo, ou não, sofrer um acabamento liso, ou até, efeitos decorativos obtidos pela aplicação de pigmentos naturais ou de tintas industriais (fig. 4).



Fig. 3 a) Palhota com revestimento de barro, Pemba; b) vista geral da vila, Pemba; c) apontamentos de cor numa palhota/capela, em Vilankulo (créditos: Margarida Donas Botto, 2009)

Uma pesquisa superficial sobre o tema – não sendo este, no entanto, o objectivo desta comunicação - permite concluir que o Norte do país apresenta soluções construtivas geralmente mais elaboradas, sendo o pau-a-pique a técnica predominante. Na cidade "Macutí", na Ilha de Moçambique (nome dado aos bairros onde habitava a população nativa, por oposição à cidade de "pedra e cal" dos Portugueses) as casas de pau-a-pique com coberturas de quatro águas eram *"(…) rebocadas com argamassa de cal e caiadas com cal pigmentada.(…)*" (Relatório, 1982-85, pp. 150), atingindo dimensões e níveis de complexidade bastante impressionantes. Nos interstícios do entramado das paredes, elaborado com madeiras locais (mangal ou bambu), aqui preenchido com pedra miúda ou fragmentos de coral, era usado barro, e a cal[(1)] (obtida localmente através da calcinação de conchas) substituída por uma argamassa de terra (fig. 3).



Fig. 4 Dois exemplos de palhotas com acabamentos decorativos em argamassa de barro, a segunda com apontamento a simular janelas (zona de Zonguene, perto de Xai-Xai (créditos: Margarida Donas Botto, 2009)

2. PRODUÇÃO ARTESANAL DE TIJOLOS

Nas zonas semi alagadiças, essencialmente argilosas – visível na cor vermelha dos caminhos e dos montes de terra que se acumulam à borda das estradas, para reparação ou alargamento – a produção de tijolos é recorrente um pouco por toda a região de Palmeira, distrito de Gaza, decorrendo todo o processo, desde a extracção, à modulação dos tijolos, à secagem e ao cozimento (e, frequentemente à venda), no

mesmo local. A terra é cavada, moldada com a ajuda de uma forma de madeira, sendo os tijolos frescos dispostos em filas e, após secagem, cozidos em fornos redondos (fig. 5). Não é acrescentado qualquer aditivo, nem tão pouco água. Esta produção – que, ao que pudemos apurar é uma actividade relativamente recente – constitui um elemento importante da actividade económica local, embora sofra actualmente a concorrência dos tijolos de cimento, produzidos de acordo com metodologia semelhante.



Fig 5 Extracção da terra, moldagem dos tijolos e secagem – zona de Palmeira, distrito de Gaza (créditos: Margarida Donas Botto,2009)

No Sul de Moçambique, em particular nas províncias de Gaza e Inhambane, o fabrico de tijolos artesanais – frequentemente vendidos à peça, à beira das estradas, mas usados em construções mais ricas de alvenaria – ombreia com outros materiais mais acessíveis, de fácil aquisição e existentes um pouco por toda a parte, que servem para a construção das tradicionais palhotas (fig. 6).

Estes tijolos são vendidos – frequentemente após encomenda – e utilizados para auto-construção; as aldeias continuam a ser constituídas principalmente por palhotas, pontuadas aqui e além por uma casa de “alvenaria”. Nas zonas urbanas, no entanto, a apetência pelos modelos ocidentais traduz-se na edificação de casas feitas com tijolos de barro, ou de cimento, rebocadas (ou não, consoante os recursos económicos do proprietário) e pintadas.



Fig. 6 Tijolos secos preparados para serem cozidos no forno e depois de cozidos, prontos para venda (créditos: Margarida Donas Botto, 2009)

3. CONCLUSÃO

Tratando-se de uma primeira abordagem, e tendo em conta a vastidão e complexidade do país, esta comunicação não pretende obviamente abarcar a totalidade das matérias relacionadas com a construção tradicional em Moçambique, nem sequer esgotar o tema dos revestimentos de terra. Na realidade, pudemos constatar que o material terra não é utilizado na forma de taipa, adobe ou terra moldada, mas tão só enquanto elemento de acabamento final da parede, sobretudo pelas suas qualidades hidrófugas e/ou de apresentação. A palhota mais comum é unicamente constituída por uma estrutura de madeira coberta por palha ou caniço sem qualquer material final de

acabamento, pelo que a aplicação de uma camada de terra argilosa revela já uma maior preocupação pelo conforto da habitação, podendo assumir formas decorativas bastante elaboradas (fig. 4). O fabrico de tijolos artesanais, recorrendo embora a técnicas ancestrais, é uma prática recente, aliada ao desenvolvimento de populações urbanas ou peri-urbanas e como alternativa aos blocos de cimento, mais caros. Uma outra conclusão impõe-se: por razões diversas, a que não será alheio o facto de só recentemente o país ter encontrado alguma estabilidade económica e social, e o de se debater, ainda, com grandes problemas de pobreza e escassez de recursos, o investimento no estudo e conhecimento da arquitectura vernácula é ainda limitado. A construção tradicional em Moçambique – excluindo, naturalmente, o tema da arquitectura "colonial" portuguesa de matriz erudita, e que tem originado uma vasta produção bibliográfica – é terreno quase virgem em termos de investigação. Por outro lado, referências de autores contemporâneos durante a fase de povoamento mais sistemático do território, no século XX, e a própria evidência dos problemas inerentes a este processo (dificuldade na obtenção e aplicação de materiais tradicionalmente usados em Portugal, procura de soluções construtivas mais adaptadas à realidade de um país com exigências climáticas muito diversas das da metrópole, necessidade de articular conhecimentos e mão-de-obra local com noções de conforto mais ocidentais) sugerem que o recurso ao material terra - seja na forma de revestimentos, adobes ou mesmo pavimentos - fosse relativamente comum. Na construção tradicional, no entanto, referindo-nos ao tipo de construções que, então tal como hoje (naturalmente, com proporções diferentes) alberga uma grande parte da população do país, a aplicação de terra reporta-se sobretudo aos rebocos e acabamentos exteriores.
Estas questões traduzem a realidade de um país que se debate com óbvios e, de certa forma, naturais – face à sua História recente - problemas de desenvolvimento e identidade. A título de exemplo, a principal escola de arquitectura do país (e, até há pouco tempo, a única) ainda não conseguiu, eventualmente por falta de estudos nesta área, espaço para aprofundar esta temática, mantendo uma linha "moderna/ocidental" no seu curriculum. Por outro lado, e apesar de existir uma clara apetência por uma casa "moderna" de "pedra e cal", na realidade a força da manufactura continua a impor-se às técnicas industriais, reservadas estas para os poucos que as podem adquirir, traduzindo assim o abismo que existe entre um e outro "modus operandi".

Bibliografia

Botte, Theodorico César de Sande Pacheco de Sacadura (1985-6). *Memórias e Autibiografia*. Maputo, Oficinas Gráficas da Minerva Central.

Minke, Gernot (2006). *Building with Earth, Design and Technology of a sustainable architecture,* Birkhäuser, Basel, Switzerland.

Secretaria de Estado da Cultura de Moçambique (1987). *Relatório "Ilha de Moçambique" 1982-85*: Aarhus, 1987. Moçambique/Arkitekskolen i Aarhus, Danmark.

Weule, Karl (2000). *Resultados científicos da minha viagem de pesquisas etnográficas no Sudeste da África Oriental*. Maputo: Ministério da Cultura, Departamento de Museus, Projecto Arte Makonte.

Nota

(1) Os fornos de cal de conchas existem ainda na zona do continente fronteira à Ilha de Moçambique; tratando-se de matéria alheia a esta comunicação, não investigámos quais os revestimentos exteriores utilizados pelos portugueses durante o período de criação e expansão das principais cidades - século XIX e inícios do XX – nem, consequentemente, a origem de eventuais rebocos de cal então aplicados nessas localidades.

Curriculum

Margarida Donas Botto, Licenciada em História e Arqueologia pela Universidade de Coimbra (1986), Mestre em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico (UE, 1998), Técnica Superior da Direcção Regional de Cultura do Alentejo, investigadora do CEAUCP.

ARQUITECTURA DE TERRA E TRAGÉDIA

Eduardo Carvalho, Francisco Freire, Luís Gama
Plano B arquitectura, LISBOA
Internet: www.planob.com; E-mail: info@planob.com

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-Chave: Arquitectura, Terra, Tragédia.

Resumo
É indesmentível que a construção em terra encontrou um lugar no discurso contemporâneo por se enquadrar no grande tema da sustentabilidade. A sustentabilidade (ou mais precisamente o desenvolvimento sustentável) articula a relação problemática que uma sociedade tecnológica e capitalista tem com o meio natural. A construção, enquanto activa e violenta interveniente no meio natural, tem sido pressionada, neste contexto, a adoptar processos e materiais sustentáveis. Não sendo muito fácil discernir o que são processos e materiais sustentáveis, a adopção procede muitas vezes por uma mera adaptação retórica (em que os materiais naturais facilmente tomam parte).

A arquitectura é determinada, em grande medida, por forças que lhe são externas e que estão em constante mutação: uma sociedade tecnológica, a exigência regulamentar de redução de consumos energéticos nos edifícios, a pressão da opinião pública em direcção às práticas sustentáveis. A arquitectura dá forma aos espaços de acordo com essas forças; económicas, sociais, legais, técnicas, etc. Assim, dará hoje forma a um contexto problemático de cada vez maior manipulação tecnológica da natureza e do próprio Homem e, por outro lado, das questões éticas que essas manipulações originam.

Através da prática do nosso atelier de arquitectura, procuramos por em evidência o carácter trágico desta relação, utilizando materiais e processos naturais em confronto com materiais e processos tecnológicos. Na construção dos nossos projectos entram em acção esses dois actores e um coro constituído por construtores não especializados e voluntários – todos nós.
Neste esquema, actores e coro, confrontam-se com o objectivo de transformar o sentimento de culpa e a ansiedade que a nossa civilização tecnológica carrega, numa oportunidade de catarse, criação e de auto-conhecimento.

Embora as artes dramáticas convivam necessariamente com as artes do espaço, nem sempre o contrário é admitido. A arquitectura, enquanto cenário da vida, põe em jogo as tensões que lhe deram origem e que lhe dão sentido a cada momento. Poderá a arquitectura ser entendida como uma construção dramática? Somos tentados a afirmar que sim. Nesta pesquisa, o esquema trágico, conforme descrito na Poética de Aristóteles e no Nascimento da Tragédia de Nietzsche, irá guiar-nos através de uma leitura da arquitectura em terra, enquanto cenário de uma acção de cuja narrativa sabemos apenas que somos personagens.

1.

Aristóteles diz-nos que o sentimento trágico é aquele que resulta de uma mudança: "*(...) da prosperidade para a desgraça, e não por efeito da perversidade, mas de um erro grave (...)*" (Pereira *et al*., 2004, p. 61).
Talvez em nenhum outro momento, a relação da humanidade com a tecnologia tenha assumido um carácter tão antagónico. A tecnologia convoca, de uma maneira poderosa, as esperanças e os receios deste tempo. Por um lado é por via da tecnologia que se esperam as maiores promessas: vida mais longa, alimento, riqueza, conforto, etc., por outro lado é pela via da tecnologia que as maiores ameaças são sentidas: poluição, manipulação genética, guerra.

As grandes e pequenas tragédias do nosso tempo caracterizam-se pela omnipresença da tecnologia: mortes na estrada e em quedas de avião, guerra, terrorismo e contra-

terrorismo, o controlo sobre a vida privada, etc. É desta forma que podemos concordar com a opinião de que vivemos "*(...) num tempo em que o apocalipse do Homem é uma ocorrência diária. Não é preciso estar entre uma tempestade de aço, sob tormentas, num campo de concentração, ou viver próximo destes excessos, para experienciar como o espírito das situações mais extremas emerge dos próprios processos civilizacionais.*" (Sloterdijk, 2000) De facto, o próprio espírito das situações mais extremas chega-nos hoje por via tecnológica, porque é dessa forma que o apocalipse do Homem nos encontra quotidianamente através dos meios de comunicação.

Igualmente nos pequenos e grandes sucessos da humanidade a presença da tecnologia é constante: transmissão e arquivo de dados, tecnologias na área da saúde, do entretenimento, etc. Nestas áreas de desenvolvimento tecnológico apresenta-se um paradigma diferente das formas antigas de exploração e dominação entre matérias-primas e inteligência. Com efeito, as tecnologias baseada na partilha de informação e que adquirem "*(...) inteligência de uma forma inteligente, assim criando novos estados de inteligência*" permitem uma perspectiva optimista de um futuro tecnológico. Nesta perspectiva seria também possível partilhar da opinião de que uma tecnologia superior associada a uma forma de pensar de sujeitos "*refinados, cooperativos*", tem "*(...) o potencial de libertar uma ética de relacionamento liberta de inimizade e dominação."* (Sloterdijk, 2000)

A omnipresença dos processos tecnológicos poderá fazer-nos pender entre o aplauso e o apupo, mas não lhe poderemos nunca ser indiferentes. Temos hoje a consciência de que o uso da tecnologia pode originar um erro desmedido. Ocorre a este propósito referir o mito de Prometeu que rouba o fogo aos deuses e o entrega aos homens: "*O que existe de melhor e mais elevado, e de que a humanidade pode apoderar-se, é por ela conquistado por meio de uma transgressão, tendo ela de sofrer as consequências da mesma, nomeadamente toda a maré de dores e penas, com as quais os seres celestes ofendidos assolam – têm de assolar – o género humano no seu nobre desejo de ascensão.*" (Marques *et al*., 1997, p. 74)

É este o sentimento trágico e de transgressão que a tecnologia nos transmite, pelo menos desde a largada das bombas sobre Hiroshima e Nagasaki. Hoje igualmente presente nas perspectivas catastróficas originadas pelo aquecimento global ou pela ansiedade ética derivada da manipulação genética.



Fig.1 – *Homeland*, Vila Nova de Cerveira.
(Créditos: Plano B arquitectura, 2007).

2.
É neste contexto de ambivalência sobre a utilização da tecnologia que pretendemos referir-nos ao uso da terra enquanto material de construção. De facto, é num contexto, industrializado, individualista, democrático e capitalista que a utilização de uma técnica de construção tradicional, artesanal e comunitária ganha relevância. Pois é precisamente nesse contexto que se acumulam os complexos de culpa por um uso abusivo da tecnologia, os recursos e um nível de vida que permitem a aquisição de produtos "de luxo" e os meios e formas de pressão civil para que "se faça alguma coisa", notavelmente no que ao ambiente diz respeito. Essa alguma coisa é a própria definição de desenvolvimento sustentável já debatida em ocasião anterior (Carvalho *et al.*, 2005).

As técnicas de construção tradicionais e a utilização de materiais naturais encontraram assim, por via de um sentimento de que é necessário "fazer alguma coisa", um meio e um tempo onde medrar. E se é verdade que os parâmetros de reciclagem, reutilização e redução são amplamente atingidos pela utilização de materiais naturais como a terra e pela utilização de técnicas de construção artesanais, a razão mais interessante para a utilização destes materiais e técnicas deverá ser, em nosso entender, procurada noutro local.

A adequação que se sente na utilização da terra como material de construção vai além da satisfação de se estar a fazer alguma coisa correcta e que cumpre os princípios defendidos no conceito de desenvolvimento sustentável, no protocolo de Quioto ou em qualquer determinação regulamentar. De facto, a utilização da terra como material de construção apela para um sentimento profundo, que uma visão técnica não atinge. Trata-se aqui de uma apropriação estética, isto é, de uma apropriação por sensações. Trabalhar com a terra devolve um sentimento de pertença e de adequação sensorial. Talvez o pano de fundo "ecologista" que o nosso tempo impõe pese na apreciação, mas a utilização de um material sem mediações tecnológicas impõe-se por si mesma, com uma simplicidade e força desarmante.

Dito isto, quem já tenha experimentado a dureza, a lentidão e o cansaço de construir com terra crua por métodos tradicionais, em algum momento desse processo terá pensado: como acelerar a construção, como fazer com que a terra não seja destruída pela acção do clima, como tornar menos cansativo tudo isto? E a reposta surgir sob a forma de um qualquer utensílio mecânico, um produto químico, uma equipa de trabalho especializada naquelas tarefas. A simplicidade e economia do processo tradicional será sempre pesada como um factor positivo, num momento em que se valoriza a redução de consumos energéticos e a fruição dos valores naturais. Mas a nossa disposição cultural é a de ver a tecnologia como algo que simplifica, aligeira o esforço, reduz os custos e torna os materiais mais resistentes. A nossa disposição cultural é tecnológica. E não existe nada de estranho ou contrário à natureza humana nesta disposição. De facto, se "(...) *existe o Homem, é porque houve uma tecnologia que o fez evoluir do pré-humano. É a tecnologia que verdadeiramente produz humanos, ou o plano no qual pode haver humanos.*" (Sloterdijk, 2000)

Parece por isso desnecessário debater se é adequado ou não o uso de tecnologia na construção em terra. É adequado e provavelmente inevitável. Aliás, há que afirmar que todas as técnicas, mesmo artesanais, são tecnológicas. Desta forma, a questão da utilização da tecnologia acaba por ser uma falsa questão. Talvez se possa, ainda assim, diferenciar entre técnicas artesanais e industriais. E nesse sentido possível afirmar que, num contexto industrializado, a utilização de tecnologias industriais é provavelmente inevitável. É certo que a versão "melhorada" da construção em terra pode ser dispensada em certos contextos, designadamente em situações onde se pretendam implementar formas alternativas de vida comunitária, tais como aldeias

ecológicas, ou com objectivos pedagógicos ou de preservação cultural. Estas formas tradicionais e comunitárias de fazer construção em terra não parecem no entanto ser viáveis num contexto comercial, como é notavelmente o nosso.

No entanto, não sendo comercialmente viáveis, as formas comunitárias de construção, permitem uma relação única entre os construtores e os edifícios. A auto-construção não é incentivada na legislação portuguesa, sendo a especialização profissional uma exigência. Todavia, a necessidade de partilha e participação comunitárias, que já não têm campo para florescer a outros níveis, tornam-se visíveis, por exemplo, nas redes sociais da internet, ou na readopção de práticas religiosas e espirituais. Talvez se possa dizer que um dos aspectos mais interessantes da utilização da terra como material de construção contemporâneo reside, precisamente, na possibilidade que abre para um reencontro com uma prática artesanal e comunitária.

É nesta tripla percepção: de que a construção em terra tem um valor em si mesma e que apela para um sentimento estético próprio; de que a interposição de tecnologias é propriamente humana e um dado adquirido num contexto como o que vivemos na Europa; e de que a cultura da eficiência reflectida na especialização profissional castra um desejo propriamente humano de curiosidade, participação e pertença; é nesta tripla percepção, dizíamos, que temos procurado o sentido para uma prática arquitectónica.



Fig.2 – *Casa em Arruda dos Vinhos*, Arruda dos Vinhos.
(Créditos: Sandra Pereira, 2008).

3.

Aristóteles define a tragédia como sendo um drama que "*(...) por meio da compaixão e do temor, provoca a catarse de tais paixões.*" É dito que devemos ter compaixão "(...) *daqueles que são atingidos pela desgraça sem o merecer (...)*", que o temor é a "*(...) aflição ou perturbação resultante de se imaginar que suceda uma desgraça destrutiva ou dolorosa (…)*" (Pereira *et al*., 2004, p. 15).

O sentimento de acontecimentos que provoquem uma desgraça destrutiva e a consciência de que os sujeitos dessas desgraças, como diz Aristóteles, "*(...) não se distinguem nem pela sua virtude nem pela justiça; tão pouco caem no infortúnio devido à sua maldade ou perversidade, mas em consequência de um qualquer erro (...)*" (Pereira *et al*., 2004, p. 61) recorda-nos deste nosso tempo, pleno de premonições de generalizadas catástrofes ecológicas, económicas e tecnológicas.

Nietzsche propõe, em *O Nascimento da Tragédia*, a intuição de que "*a evolução da arte se encontra ligada à duplicidade do elemento apolíneo e do elemento dionisíaco.*" A estes dois elementos são associadas :"(...) *a arte do escultor, a apolínea, e a arte da música isenta de imagens, como sendo a de Dionísio.*" (Marques *et al*., 1997, p. 23). Como terceiro elemento fundamental do esquema trágico surge o coro que estabelece a relação entre o elemento dionisíaco e apolíneo e que define a tragédia grega "(..) *como sendo o coro dionisíaco que se extravasa, de forma continua e sempre renovada, num mundo apolíneo de imagens.*" (Marques *et al*., 1997, p. 65) Mas o coro remete ainda para uma outra angústia humana, em que "*(...) na tentativa de ultrapassar a barreira da individuação, querendo identificar-se com o próprio Ser único e universal, o ente isolado sofre em si a contradição primordial oculta nas coisas (...)*" (Marques *et al*., 1997, p. 74)

É nesta tentativa de unificação com uma comunidade, ou com um sentido comum, que o coro, enquanto elemento colectivo, se destaca no esquema da tragédia grega: "*Nas considerações expostas, temos já os componentes de uma visão profunda e pessimista do mundo e, em simultâneo, a doutrina dos mistérios da tragédia: o conhecimento fundamental da unidade de tudo o que existe, o encarar da individuação como sendo a razão primordial da desgraça, a arte como esperança jubilosa de como a maldição da individuação pode ser quebrada, enquanto pressentimento de uma unidade restabelecida*." (Marques *et al*., 1997, p. 78)

No contexto deste artigo interessa destacar o carácter plástico e informe da argila por oposição ao carácter formal da arquitectura, aproximando-os assim dos elementos dionisíaco e apolíneo referidos por Nietzsche.

Dito de outra forma, é na tensão criada pela conjugação de um elemento dionisíaco (a terra informe), com um elemento apolíneo (a forma e a aparência arquitectónica), através de "*(...) um coro de seres metamorfoseados (...) fora de todas as esferas sociais*" (Marques *et al*., 1997, p. 64) que seria possível originar a catarse de um sentimento de culpa de um sujeito contemporâneo: individualista, capitalista e industrializado.



Fig.3 – *Colunas de Terra*, Inauguração, Benedita.
(Créditos: Plano B arquitectura, 2009).

Bibliografia

Pereira, M.; Valente, A. (2004). *Poética. Aristóteles*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Marques, A.; Cadete, T. (1997). *Nietzsche. O Nascimento da Tragédia e Acerca da Verdade e da Mentira*. Lisboa: Relógio D'Água Editores.

Sloterdijk, P. (2000). *The Operable Man. On the Ethical State of Gene Technology*. http://www.petersloterdijk.net/international/texts/en_texts/en_texts_PS_operable_man.html

Carvalho, E.; Freire, F.; Gama, L. (2005). Arquitectura de Terra na Idade do Mercado. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum.

Currículo

Eduardo Carvalho, Arquitecto (FA/UP, 1998).
Francisco Freire, Arquitecto (FA/UTL, 2000).
Luís Gama, Arquitecto (FA/UTL, 2000).

A CRIANÇA E A CONSTRUÇÃO COM TERRA: UMA EXPERIÊNCIA GRATIFICANTE

Rosana Soares Bertocco Parisi[1], **Esther Aparecida Cervini[2]**, **Glacir Teresinha Fricke[3]**, **Eliana Marcon Tramontina[4]**, **Alkemarra de Paula Leite[5]**, **Wellington Gouveia Barroso[6], Camila Caroline Santos de Souza[7]**
PUCMinas-Poços de Caldas, GEAHAS- Grupo de Estudos Alternativos para o Habitat Sustentável do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Poços de Caldas,Minas Gerais, Brasil. Tel: (55) 21 35 37299214; Fax: (55) 21 35 37299201
E-mails: drparisi@uol.com.br[1]; esthercervini@uol.com.br[2]; glacir@pucpcaldas.br[3]; eliana.marcon@hotmail.com[4]; bruce_vandestersk@hotmail.com[5]; wellington.gouveia@yahoo.com.br[6]; drila_souza@hotmail.com[7]

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-chave: criança, construção com terra, adobes e BTC

Resumo
Ainda que se realizem uma quantidade de trabalhos sobre arquitetura e construção com terra no Brasil, a história recente vem mostrando que, paulatinamente, a sociedade se distancia de sua história construtiva que, por muito tempo, empregou a terra como material de construção. Em particular, as crianças não vêm sendo estimuladas a conhecer as formas de construir presentes no Brasil desde o período colonial.

Assim, este trabalho busca através de experiências lúdicas, de oficinas e visitas de reconhecimento, aproximar as crianças em fase de alfabetização (2os e 3os anos da rede de Ensino Fundamental) das construções com terra, em especial dos sistemas construtivos que empregam adobes, taipa de mão e blocos de terra comprimida (BTC) possibilitando os “jogos de descobertas” e a interação desses pequenos cidadãos com a terra, com os recursos ambientais e a paisagem que continuamente é construída e modificada pelo homem.

1. INTRODUÇÃO

A proposta ora apresentada refere-se ao projeto denominado como “A criança e a construção com terra...”, que faz parte dos trabalhos em andamento desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa: Materiais Alternativos para um Habitat Sustentável, do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, *campus* de Poços de Caldas, MG- Brasil. Na PUC-Minas os trabalhos relativos às pesquisas sobre técnicas de construções com terra, especificamente a produção de adobes e BTCs vem estabelecendo reflexões relacionadas ao meio ambiente, sustentabilidade e preservação do patrimônio edificado. Várias oficinas ecológicas foram realizadas tanto no *campus* de Poços de Caldas para que, cada vez mais, haja a sensibilização, envolvimento e conscientização dos acadêmicos do curso de Arquitetura. Durante este processo identificou-se a necessidade de desenvolver um trabalho voltado às crianças, já que estas podem se transformar nos grandes gestores familiares acerca da preservação ambiental e resgate das técnicas construtivas em terra, legado e herança dos colonizadores portugueses.

Assim, esta proposta foi idealizada para que através de seu desenvolvimento se tornasse possível a conscientização, a valorização e o resgate do patrimônio imaterial, especificamente as técnicas construtivas com terra, com atenção especial na pesquisa e possibilidades de materiais naturais passíveis de serem agregados à mistura das argamassas de terra, matéria prima que remonta os períodos mais remotos da história das edificações do planeta.

No que diz respeito às oficinas e workshops de práticas infantis ligadas à arquitetura e construção com terra no Brasil percebe-se que há uma grande lacuna já que,

infelizmente, não se encontrou nenhum outro trabalho em que ocorresse o envolvimento das crianças. Assim, procura-se construir esse processo de envolvimento da criança e a terra, que pode ser também uma forma de estimular a percepção das crianças para uma abordagem que é um segmento da educação ambiental e da educação patrimonial.

2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Foram escolhidas para participar deste trabalho duas escolas da rede de ensino fundamental da cidade de Poços de Caldas- MG, Brasil: uma escola da rede pública e uma escola da rede privada, com o objetivo de durante todas as etapas do trabalho proposto serem registradas as abordagens diferentes dentro de cada uma das realidades escolhidas. A escola da rede pública é uma escola municipal, da zona rural, implantada na Fazenda Lambari, distante 13 km do centro urbano. A escola da rede privada está implantada em sistema de cooperativa de Educação com a parceria do Serviço Social do Comércio (SESC) no centro de Poços de Caldas.

O projeto baseia-se na metodologia de Educação Patrimonial e Ambiental, onde o objeto investigado é considerado fonte primária de conhecimento individual e coletivo. O tema deste projeto, notadamente as alternativas sustentáveis de construção com terra é abordado, junto às crianças, com descontração e estímulo. Todas as etapas do processo são muito bem definidas para que haja percepção, compreensão e internalização do mesmo. São elas: observação, registro, exploração e apropriação. Isto faz com que a criança numa dinâmica de conhecimento, apropriação e valorização do patrimônio, aprenda a ler o mundo que o rodeia e descubra a realidade cultural em que está inserido. A curiosidade é o ponto de partida para a aplicação da proposta. Para as crianças, a curiosidade é um incentivo para investigarem o mundo e registrá-lo. Tal processo é muito importante em seu desenvolvimento. Os pequeninos com idade variando entre 6 e 9 anos de idade precisam saber o que é perigoso e o que é divertido, estabelecendo suas próprias fronteiras.

Desta forma, a experiência inicial se torna intensa e cheia de ação. Representando o papel de detetives, as crianças desbravam o desconhecido na companhia dos amigos. As crianças adquirem muitas informações através de atitudes simples e aparentemente banais. Realizam tarefas como medir a edificação com os pés ou mãos, reconhecer as figuras geométricas principais da estrutura de uma edificação, ou identificar as cores utilizadas em sua pintura. A atividade de desbravar leva à curiosidade e “o exercício da curiosidade convoca a imaginação, a intuição, as emoções, capacidade de conjecturar, de comparar, na busca da perfilização do objeto ou do achado de sua razão de ser” (Freire, 2000).

Assim, a curiosidade torna-se um convite a exploração. Todo ser humano é pesquisador, explorador, fascinado pelo novo, intrigado com o mistério, e atraído pelo desafio de aprender e fazer. A exploração é uma investigação do mundo, é fazer perguntas, levantar hipóteses. Se a curiosidade desperta o interesse por algo, a exploração é a atividade que busca as respostas procuradas pela curiosidade. Neste sentido, conforme afirma Freire (2000) “…*A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de tomar distância do objeto, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindi-lo,de cercar o objeto ou fazer sua observação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar”*.

Assim, através da observação e da reflexão sobre as práticas de construção com terra e sobre os assuntos ambientais como aqueles abordados por este projeto, é possível estabelecer relações com outras experiências, idéias e informações, proporcionando a oportunidade de ampliar seu conhecimento. Os professores das crianças das duas escolas envolvidas, durante outras atividades em suas escolas são orientados para

levantar reflexões sobre como diferentes forças interagem: a qualidade do ar e da água, a reciclagem, a população e utilização da terra, que são itens que envolvem uma mistura de valores culturais, crenças, tecnologias, políticas, economia, entre outros.

A conseqüência que se espera de todos os momentos investigativos são as descobertas. São elas que mudam a personalidade das crianças, possibilitando que cresçam e vejam o mundo sob outra ótica, não apenas aquilo que é claro e óbvio. É na descoberta que surge o sentimento de pertencimento do objeto investigado, e no caso específico deste trabalho, a técnica construtiva com terra. Mas as descobertas estão associadas ao impulso de compartilhá-las. É o processo de compartilhamento que se caracteriza como apropriação. A apropriação é entendida como o momento de produção, onde a criança, repleta de novas informações, interpreta, reconstrói, se expressa livremente, e divide as suas experiências com o mundo, podendo até sugerir mudanças.

Reforçando o sentido do aprender, Freire (2000) menciona que "*mulheres e homens, são os únicos seres que, social e historicamente, tornam-se capazes de apreender. Por isso, são os únicos em quem aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender segundo esse autor é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.*" Neste contexto o jogo ganha espaço como ferramenta na exposição do tema, na medida em que propõe estímulo ao interesse da criança, desenvolve níveis de sua experiência pessoal e social, ajudando-a construir suas descobertas além de desenvolver e enriquecer sua personalidade. Os jogos contribuem na formação de uma criança mais confiante e autônoma, que aprende brincando, lidando com suas emoções e preparando-se para enfrentar a vida. Os jogos com o tema terra, ao envolver as crianças em situações divertidas e estimulantes, as levam a inúmeras tentativas de ultrapassar suas dificuldades adquirindo confiança e segurança, aprendendo a assumir atitudes mais criativas, reflexivas e participativas, portanto, mais saudáveis.

"*Por serem jogos, incluem-se na categoria das atividades lúdicas, onde a partir de uma leitura construtivista piagetiana*", a ação do sujeito é o centro do processo de busca do conhecimento "…*e caracterizam-se por serem situações onde é mais prazeroso e mais fácil assimilar, aprender, havendo o predomínio da assimilação sobre a acomodação. Assim sendo, a tensão de vencer o desafio de controlar a impulsividade, ameniza-se face à alegria, à motivação e ao envolvimento inerentes à situação. Um problema passa a ser visto não mais como algo que inspira receio, mas configura-se como algo atraente e estimulante, despertando a atenção e o raciocínio, conduzindo à autonomia*" (Oliveira, 2004).

Este projeto preparou um "Kit Lúdico" para facilitar a aplicação da metodologia, junto das atividades como oficinas de confecção de adobes e BTC e visitas às edificações construídas com terra, assim como edificações em que outras alternativas sustentáveis como o aproveitamento da água da chuva, teto verde, aquecimento solar, tratamento de esgoto, tinta à base de terra estivessem presentes. Não é objetivo do trabalho analisar detalhadamente toda a problemática relativa à educação e ludicidade. O que se pretende é apenas indicar caminhos prazerosos que levem à reflexão e interiorização do tema reforçando o surgimento de questões e a fixação sobre o tema: o uso da terra como material de construção sustentável. O Kit constitui-se como uma ferramenta estimuladora, diante das inúmeras existentes.

Os jogos permitem o despertar de habilidades operatórias (observar, registrar, questionar, classificar, sintetizar, etc) muito nítidas nesta metodologia e importantes

para a construção do conhecimento. Fazem parte de uma programação selecionada, considerando metas a serem alcançadas. Devem ser utilizadas somente quando a programação possibilitar e quando se constituírem em meio eficiente para alcançar a meta. É imprescindível que durante a aplicação dos jogos os monitores sejam orientados pelos professores das duas escolas, partindo-se da premissa que esses conhecem seus alunos em suas capacidades, limites e estágios de desenvolvimento e aprendizado. Por isso o Kit Lúdico se compõe de alguns jogos mais simples e outros com maior grau de desafio. Além disso, a cada descoberta ou término do jogo é importante valorizar com palavras positivas as etapas conquistadas.

Antunes (2000) afirma que os "… *jogos extremamente fáceis ou cuja solução se coloque acima da capacidade de solução da criança causam seu desinteresse, e o que é pior, sua baixa estima, associada a uma sensação de incapacidade ou fracasso. Nesse particular é importante que o professor possa organizá-los para simbolizarem desafios intrigantes e estimulantes, mas possíveis de serem concretizados pelos alunos, individualmente ou em grupo. Esse nível de dificuldade ideal não é parte inerente do jogo, mas provém da acuidade e perspicácia de observação do professor, que pode, aqui e ali dar algumas dicas facilitadoras, se julga muito difícil, ou criar estratégias mais complexas, se julga de fácil solução*."

Assim, os jogos do Kit Lúdico não possuem regras rígidas, o que possibilita alterar, manter ou substituir as mesmas de acordo com o objetivo proposto. Existe ainda a possibilidade das próprias crianças criarem as regras, o que normalmente resulta numa atividade muito criativa e interessante. É importante a preparação para o momento do jogo, definindo claramente o papel de cada um, assim como as condições físicas (espaço necessário para manipulação das peças, organização, higiene, etc).

3. OS JOGOS PROPOSTOS E SUAS REGRAS

Os jogos desenvolvidos, como afirmado anteriormente, variam quanto ao grau de complexidade e número de participantes, porém, entre todos há o propósito de demonstrar que as crianças podem fazer da atividade do envolvimento com a terra e suas tecnologias de construção uma experiência agradável e sedutora. E, ao mesmo tempo, é também objetivo deste trabalho reforçar a percepção das crianças para as questões vinculadas ao esgotamento de recursos naturais e o meio ambiente. O DOMINÓ é um jogo onde podem participar duas ou mais crianças e contém 28 peças com 6 desenhos que representam ferramentas utilizadas na confecção dos adobes e BTC. Uma particularidade diz respeito a presença de palavras associadas às figuras, que ajudam na fixação dos objetos (ferramentas). Assim as crianças, além da associação por figuras, poderão fazê-la por palavras ou cores, outro aspecto é o reforço da leitura e a divisão silábica.

Da mesma forma que o jogo anterior, o JOGO DA MEMÓRIA pode ter a participação de dois ou mais participantes. O objetivo neste jogo foi desenvolver um material que sirva de suporte para o(a) professor(a) em outras atividades aplicadas nas escolas. Foram escolhidas imagens de edificações com terra, que podem ser comparadas em dimensões, cores, formas, localização, estilos, etc, possibilitando outros tipos de associação às crianças participantes.

Já o jogo denominado TRILHAS DA SUSTENTABILIDADE deve envolver a participação de seis crianças e contém 1 dado, 6 caminhões, o tabuleiro e 12 peças para cada desenho (árvores, janela e portas, coletores solares, placas de grama, adobes e BTC. A regra proposta para este jogo é que os jogadores disputem entre si quem chega primeiro ou cumpre sua missão. Uma criança de cada vez, joga o dado que indicará a quantidade de casas que deve avançar com o caminhão. As casas coloridas representam obstáculos (Ex: jogue somente na próxima vez; volte ao

começo,...) ou os prêmios (Ex: avance duas casas; jogue outra vez,...). Isto será definido pelos jogadores antes de iniciarem o jogo. Ao lado de cada trilha há um desenho com uma área a ser preenchida com as peças. (Ex: placas verdes representam a grama que formará o teto verde). O jogador recebe estas peças em quantidade estabelecida nas casas numeradas. O vencedor deste jogo será aquele que, primeiro, cumprir sua missão, ou aquele que primeiro chegar ao final da trilha. A imagem deste jogo pode ser observada na figura 1.



Fig.1. Tabuleiro do jogo Trilha da Sustentabilidade (GEAHAS-PUCMinas, 2009)

O propósito deste jogo foi ao criar este tabuleiro abranger assuntos ambientais que podem ser mais explorados nas salas de aula das duas escolas envolvidas, dando origem a atividades mais complexas e interessantes. O tabuleiro representa 6 ações sustentáveis: colocação de coletores solares, teto-verde, reutilização de portas e janelas de demolição, reflorestamento, confecção de adobes e BTC.



Fig.2. Tabuleiro do Jogo Corrida dos Operários (GEAHAS-PUCMinas, 2009)

A figura 2 corresponde ao tabuleiro de outro jogo proposto, denominado CORRIDA DOS OPERÁRIOS. Prevê a participação de quatro crianças, uma com cada tabuleiro. Dos quatro tabuleiros individuais, dois dizem respeito ao BTC e dois ao adobe. Além disso, o jogo é composto de um dado, 20 bonecos (cinco para cada tabuleiro), letras e peças que representam os blocos. Como regra, cada jogador lança o dado, e o número indicado é a quantidade de casas que o boneco (operário) deve avançar. O jogador pode mover qualquer operário, podendo colocar todos em ação, não necessitando aguardar que o primeiro complete o percurso para depois mover o segundo. As casas numeradas representam a quantidade de letras ou peças de tijolos

que o jogador da vez recebe para completar as palavras ou sua parede a ser edificada. Porém, o jogador só recebe se parou naquela casa ao mover o seu operário. O ganhador deste jogo será aquele que, primeiro, chegar ao final do percurso com os cinco operários, ou aquele que completar primeiro as palavras determinadas em seu tabuleiro e a construção de sua parede com adobe ou BTC.

Este jogo contempla a diferença do emprego dos materiais utilizados na confecção de cada tipo de bloco (adobe ou BTC). Dessa forma, é interessante que ao final da partida os jogadores participantes iniciem uma nova jogada, invertendo os tabuleiros.

O jogo denominado DEFENSORES E DESTRUIDORES conta com a participação de duas ou mais crianças por tabuleiro. Fazem parte deste jogo dois tabuleiros de tecido quadriculado (independentes, pois um trata da técnica do adobe e o outro da técnica do o BTC), 100 quadrados, 10 peças coloridas, 4 peças brancas, duas fichas e dezesseis cartas, quantidade descrita que será dividida entre os dois tabuleiros. Este jogo inicia com a construção do tabuleiro, encaixando os quadrados alternadamente. Alguns quadrados possuem uma frase correspondente a uma fase do processo de fabricação do adobe ou do BTC. Estes só podem ser colocados no tabuleiro pelos defensores. Podem ser distribuídos aleatoriamente, mas não devem aparecer na primeira fileira do lado dos defensores. Depois de arrumado o tabuleiro, os defensores (peças brancas) movem-se em diagonal e uma casa por vez. Se a casa estiver ocupada por um destruidor (peças coloridas), o defensor poderá pular e ocupar a casa seguinte, ou eliminá-lo (tirar a peça do jogo). Somente os “defensores” podem se mover para trás. Os “destruidores” também se movem em diagonal e uma casa por vez. Eles deverão perseguir os “defensores” que serão eliminados quando os “destruidores” atingirem a mesma casa. Para os destruidores, as casas escritas devem ser consideradas como casas comuns. Os defensores, ao atingirem as casas escritas, deverão colocar na ficha a carta correspondente à etapa, na ordem correta, para que ao final seja obtida a seqüencia da tecnologia de construção com terra. Os “defensores” ao atingirem o lado oposto do tabuleiro, passam a transitar quantas casas desejarem, podendo alcançar alguma casa escrita que tenham deixado para trás. Neste jogo a criança vencedora será aquela que eliminar o adversário. Porém, se os defensores preencherem a ficha antes do término do jogo os mesmos serão considerados vencedores.

Este é um jogo de perseguição e estratégia, portanto, se jogado com a participação de uma equipe de cada lado, o jogo se torna mais difícil. Além disso, as crianças se deparam com situações em que é necessária uma boa comunicação entre os participantes para que a equipe consiga vencer.

Há ainda outros jogos que foram desenvolvidos para fomentar a observação e a conscientização das crianças, assim como para possibilitar associações, promover parcerias, estimular trocas. São eles: o BURACO DA FECHADURA, LIGA-LIGA, PLACAS DE RECONSTITUIÇÃO, MEU OLHO, MINHA JANELA e, por último, o VILA ECOLÓGICA. Porém, o Kit Lúdico agrega ainda um conjunto de fantoches e um mostruário de terras com diferentes colorações, que podem ser utilizados pelos professores das duas escolas como recurso de apoio a outras atividades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho inicial com as escolas procurou sensibilizar professores e alunos sobre o uso da terra como material de construção e como sistema construtivo alternativo, despertando nos alunos uma reflexão sobre o resgate e preservação do nosso patrimônio cultural de Poços de Caldas, do Brasil e do mundo através de atividades lúdicas. Foram realizadas palestras, oficinas, visitas às dependências do curso de Arquitetura e Urbanismo e à biblioteca da PUC Minas, Poços de Caldas, assim como

um grande evento cujo tema foi “Terra, verso mais bonito do planeta”, em comemoração ao Dia Mundial do Meio Ambiente, 5 de junho, nas dependências do Shopping Minas Sul em Poços de Caldas, onde, além das crianças das duas escolas participaram também membros da comunidade local. Momentos destes eventos podem ser observados na figura 3.



Fig. 3. Momentos das atividades com as crianças em oficinas (Créditos: Isabela Azevedo, Maria da Silva e Rosana Parisi, 2009)

No Projeto “A criança e a construção com terra”, foi previsto criar e fornecer às duas escolas envolvidas um Kit contendo uma série de jogos. Como se percebe na literatura, os jogos representam uma atividade importante de descobertas e exploração, motivadora para crianças que desejam constantemente estarem envolvidas em novos desafios.

Os jogos podem ser utilizados para desenvolver a observação, o cuidado, a proteção e o espírito cooperativo tão necessário para ajudar o planeta. Nesta pesquisa foram criados 10 jogos e aqui apresentados de forma completa, somente três destes. Nos jogos as crianças terão oportunidade de exercitar e fixar, ou seja, apreender os conceitos relativos às várias possibilidades do uso de materiais naturais passíveis de serem agregados às misturas das argamassas de terra, matéria prima tão cara e nobre, que foi empregada na construção de edificações desde períodos remotos da história da civilização.

Os jogos incluem para as crianças novos conceitos como o uso de materiais naturais como a terra, o emprego de materiais alternativos, a sustentabilidade ambiental, a preservação dos recursos naturais, a utilização de sistemas de tratamento de resíduos e uso de tetos verdes, entre outros aspectos.

Este trabalho, envolvendo crianças, preenche a lacuna existente no que diz respeito à sensibilização e envolvimento de crianças, além de ser uma importante contribuição para a arquitetura e construção com terra no Brasil, já que acreditamos que as crianças se constituem no melhor público para se atingir uma meta, ou seja, a educação ambiental e a preservação do patrimônio cultural e edificado principalmente com o emprego da terra.

Bibliografia

Antunes, C. (2000). O jogo e o brinquedo na escola. *Brinquedoteca: a criança, o brinquedo e o lúdico*. Petrópolis: Vozes.

Freire, P. (2000). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.* 15.ed. São Paulo: Paz e Terra.

Oliveira, V. B. (2004). *Jogos de regras e a solução de problemas*. Petrópolis: Vozes.

Currículos

Rosana Soares Bertocco Parisi, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1986), Mestre em Urbanismo Moderno e Contemporâneo (FAUPUCCAMP/2002), Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2008).

Esther Aparecida Cervini, Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1989), Mestre em Artes Visuais UNESP/1990.

Glacir Teresinha Fricke, Arquiteta e Urbanista (FAUNISINOS/1983), Mestre em Engenharia Civil (FEC UNICAMP/1992) e Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/1999).

Eliana Marcon Tramontina, Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e Bolsista de Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Alkemarra de Paula Leite, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e voluntário de Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Wellington Gomes Barroso Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e voluntário de Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

Camila Caroline Santos de Souza, Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e Bolsista de Projeto de Extensão Universitária (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2009).

ARQUITECTURA DE TERRA – INVESTIGAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM ADOBE NO CONCELHO DA MURTOSA

Sara Silva[1], Humberto Varum[2], Daniel Bastos[3], Dora Silveira[2]
[1]Faculdade de Arquitectura e Artes - Universidade Lusíada Porto
Rua Dr. Lopo de Carvalho 4369-006 Porto
Tel: (+351) 225 570800, Fax (+351) 225 570897
[1]E-mail: sarafsilva@hotmail.com
[2]Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Aveiro
Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro
Tel: (+351) 234 370049, Fax: (+351) 234 370094
[2]E-mails: hvarum@ua.pt, dora.silveira@ua.pt
[3]Câmara Municipal da Murtosa
Paços do Concelho da Murtosa, Praça do Município, 1, 3870-101 Murtosa
Tel: (+351) 234 830100 [3]E-mail: daniel.bastos@cm-murtosa.pt

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-chave: Adobe, Murtosa, Caracterização

Resumo
A Murtosa, situada na Beira Litoral, é um dos concelhos do distrito de Aveiro, e caracteriza-se por ser uma área cujo contorno geográfico é desenhado pelo mar e pela ria. Grande parte da construção existente em adobe no concelho da Murtosa foi edificada entre o século XIX e meados do século XX. O adobe é encontrado essencialmente em habitações, capelas, moinhos, muros e poços, contemplando ainda quintas, armazéns agrícolas e outros equipamentos. No que se refere às habitações, estas possuem uma série de características ligadas tanto ao meio em que se encontram - mais rural ou mais urbano -, quer à função à qual estariam associadas - agricultura ou pesca, as principais actividades da população. Sendo a Murtosa uma região onde a emigração teve uma enorme expressão, as casas construídas sofreram também a influência trazida dos destinos de emigração, principalmente dos Estados Unidos, Brasil e Venezuela.

A produção, o transporte e a edificação em adobe constituíram, durante o século XIX e até meados do século XX, uma importante fonte de desenvolvimento da região. Tem-se estudado o adobe ao nível da sua produção, constituição, e comportamento mecânico, em laboratório, e dedicado particular atenção a casos isolados de construções existentes edificadas com este material, em diferentes pontos do distrito de Aveiro. Urge, no entanto, a caracterização global das construções existentes, segundo a sua localização, o tipo de adobe utilizado, e as características específicas em função da localização.

Este artigo tem como objectivo principal apresentar os resultados do levantamento exaustivo das construções em adobe no concelho da Murtosa, suportado numa base de dados referenciada com registo destas edificações, da sua caracterização histórica, arquitectónica e construtiva. Numa segunda fase, foram analisadas as tipologias identificadas como mais representativas desta região, segundo um estudo antropomorfológico, baseado nos factores e influências que as diferenciam, e que permitem justificar a importância e identificar as dificuldades associadas à sua reabilitação, sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável do concelho e da preservação da sua identidade cultural.

1. CASO DE ESTUDO: MURTOSA

A Murtosa situa-se no litoral e caracteriza-se por ser uma *"área de culturas agrícolas, entrecortadas de juncais, margidos, paúes, e medões de areias estéreis, (…), sempre exposta aos ventos do Oeste e às incertezas termoclimáticas do contorno geográfico" (*Pereira, 1995, p. 125) desenhado pelo mar e pela ria.

A Murtosa é um dos dezanove concelhos do distrito de Aveiro. Este é constituído por quatro freguesias: Bunheiro, Monte, Murtosa e Torreira (fig.1) e ocupa uma área total

de 73,4 km^2. Nos CENSOS de 2001 foram registados 9458 habitantes, tendo a Murtosa uma densidade populacional de 190 habitantes/km^2 (INE, 2001).

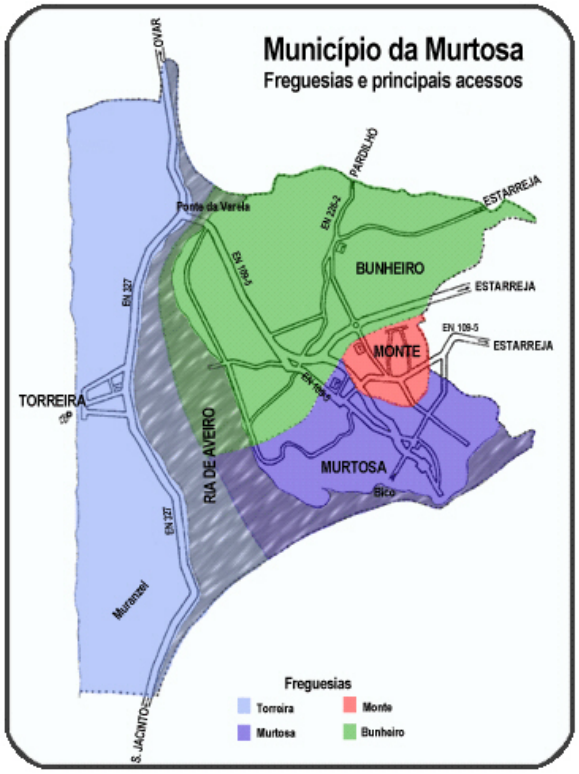


Fig.1 – Mapa do Concelho da Murtosa (Crédito: www.noticiasdeaveiro.pt, 2009)

Sob o ponto de vista sócioeconómico, a população da Murtosa é muito envelhecida e as principais actividades da população activa são a agricultura e a pesca. Esta é ainda uma região em que o fenómeno da emigração, durante várias décadas, levou um elevado número de pessoas a procurar uma vida melhor, deslocando-se principalmente para os Estados Unidos, Venezuela e Brasil, fenómeno esse que apesar de se verificar com menor expressão actualmente ainda se mantém.

2. ADOBE

O adobe resulta de produção artesanal, os blocos são enformados e secos ao sol e nas suas dimensões, em regra, o comprimento é aproximadamente o dobro da largura (Neto, 2008, p.29). Estes blocos são produzidos com dimensões diferentes por terem características próprias e responderem a funções e utilizações distintas.

Como principais vantagens este material apresenta um óptimo isolamento térmico e acústico, baixo consumo energético tanto na produção, como no transporte, já que muitas vezes é produzido no próprio local, e é, também, um material sustentável, abundante e local, que cumpre os pressupostos de poder ser reciclado e reutilizado. O adobe possui ainda um bom comportamento ao fogo e apresenta uma longevidade considerável pela natureza do material (Silveira *et al*, 2007, p.708).

Como uma das principais limitações do adobe aponta-se a sua instabilidade às agressões pela água e humidades. No entanto, com soluções técnicas e construtivas adequadas esta restrição poderá ser ultrapassada, nomeadamente drenagem nas fundações, beirais com dimensão suficiente para protecção das paredes, revestimentos adequados, e um desenho das cotas relativas do terreno na envolvente da construção que permitam o fácil escoamento das águas das chuvas. A vulnerabilidade sísmica das construções em adobe é considerável, mas pode ser

significativamente reduzida pela aplicação de soluções de reforço que passem pela associação de outros materiais ou mecanismos construtivos específicos (Oliveira, 2005, p. 6).

3. O ADOBE NA MURTOSA

A tradição da construção em adobe no distrito de Aveiro, a região de Portugal em que esta é mais significativa, situa-se entre os finais do século XIX e meados do século XX e a produção, o transporte e a edificação em adobe constituiu, neste período, uma importante fonte de desenvolvimento e dinamização comercial da região (Varum *et al*, 2008, p.24).

Segundo as descrições feitas por mestres adobeiros, sobre a produção artesanal do adobe, e de acordo com estudos realizados sobre os diferentes adobes, podem ser distinguidos o "adobe de barro" e o "adobe de cal". Estes distinguem-se pela sua constituição, sendo que o "adobe de barro" é um adobe de produção local, produzido com solos retirados directamente da ria ou dos seus braços, solos argilosos, que para além da tonalidade escura apresenta muitas vezes na sua composição raízes, ervas, palha e junco e este é um bloco mais frágil e instável à água; enquanto o "adobe de cal" é composto por areia grossa a que se juntava cal numa proporção específica, tomando assim diversas tonalidades, consoante as areias usadas, mas sempre mais claras que o bloco de barro (Fonseca, 2007, p.2). Outra característica dos adobes de cal produzidos em Aveiro é a marcação dos blocos com siglas ou uma numeração própria de forma a identificar os areeiros de onde eram provenientes as peças certificando assim a sua qualidade.

O adobe na Murtosa é encontrado essencialmente em habitações, capelas, moinhos, muros e poços.

No que se refere às habitações, estas possuem características ligadas tanto ao meio em que se encontram, mais rural ou mais urbano, quer à função à qual estaria associada, mais ligada à agricultura ou às actividades piscatórias. O poder económico dos proprietários também condicionava a construção, e pesava no resultado final das edificações. Sendo a Murtosa uma região de intensa emigração desde os fins do século XIX, as casas construídas sofreram uma forte influência trazida dos destinos de emigração, já referidos anteriormente.

Assim, como edificações em adobe características da região, encontra-se a "Casa de Alpendre" (fig.2) (Fernandes e Mestre, 2006) e todas as suas variações, muitas vezes limitadas pelo poder económico de cada proprietário, e a "Casa dos Brasileiros" (fig.3), uma tipologia de maior dimensão e de influência Brasileira (Fernandes, 2006). Muitas outras tipologias eram erguidas, no entanto sem um estilo próprio ou particular. O vasto parque construído em adobe da Murtosa ainda contempla quintas, armazéns agrícolas e outros equipamentos.

Provenientes de famílias com escassos recursos económicos resultaram construções mais pobres na sua construção e mais sóbrias esteticamente. Casas simples, muitas vezes construídas pelos próprios proprietários que *"amassaram o barro negro e gordo dos juncais e moldaram adobes maciços, cozidos ao sol da marinha" (*Vilar, 1989, p. 24).

Existe uma particularidade na constituição das paredes estruturais, os blocos de adobe, contrafiados, são ligados por uma argamassa de assentamento com características materiais semelhantes aos blocos, e nos intervalos entre eles são muitas vezes usados "malhetes", compostos por pedaços de pedra como o xisto, a

pedra de Eirol, ou pedaços de telha ou tijolo, com a função de conferir maior resistência e fixar melhor o reboco.




Fig.2 e Fig.3 – Casa de Alpendre (Bunheiro) e Casa de Brasileiro (Murtosa)
(Crédito: Sara Silva, 2009)

4. CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

A fim de caracterizar o parque construído em adobe do concelho da Murtosa, foi realizado um levantamento de campo, por observação visual, das diferentes construções (Silva, 2009). A enorme quantidade de informação recolhida foi organizada e sistematizada em fichas de levantamento desenvolvidas para este fim, organizadas por freguesia. Este levantamento possibilita a caracterização histórica, arquitectónica e construtiva das construções.

Os resultados obtidos apontam para um número total de 1408 edificações em adobe, distribuídas da seguinte forma: 512 no Bunheiro, 213 no Monte, 523 na Murtosa e 160 na Torreira.

4.1. Caracterização Histórica

A caracterização histórica desenvolvida compreende não só os dados históricos relativos ao desenvolvimento do concelho, como particularmente as datas da construção e o enquadramento das edificações em adobe analisadas.

O adobe surge na Murtosa, numa época de expressivo desenvolvimento económico e demográfico, em meados do século XIX, e por motivos essencialmente económicos, se recorre à construção com materiais locais, muitas vezes produzidos os adobes pelos próprios proprietários das habitações. A boa ligação marítima também influenciou e fez crescer este tipo de construção, já que era através dos inúmeros canais da ria de Aveiro que o adobe, produzido nos principais areeiros, lá chegava (Santiago, 2005, p. 260-262).

No levantamento realizado, as referências a datas de construção observadas (inscritas em elementos construtivos das edificações como: padieiras de pedra dos vãos, painéis de azulejos decorativos, portões, ferro fundido trabalhado), que foram escassas, situam-se entre 1890 e 1978. Se a data mais antiga encontrada se situa claramente na época da utilização quase exclusiva do adobe na construção, já o mesmo não se pode verificar no caso das mais recentes. Na realidade, a construção em adobe iniciou o seu declínio em meados dos anos 50 do século passado, tendo sido isto confirmado em construções que não são de adobe datadas já a partir de 50. Encontraram-se ainda algumas raras excepções de construções de adobe erguidas nos anos 60 e 70, exemplos de arquitectura mais simples e sempre ligadas à vida rural e à actividade agrícola local.

O enquadramento ora mais rural, ou mais urbano, também diferencia as características das habitações. Das quatro freguesias estudadas, a Torreira é a que apresenta a maior heterogeneidade. De enquadramento mais urbano, a Torreira apresenta um planeamento urbanístico extremamente cuidado, em contraposto com a organização de desenho quase medieval, caracterizado por ruas, travessas e becos que foram crescendo conforme as necessidades e as diferentes construções que as outras três freguesias apresentam, sendo estas inseridas num contexto, maioritariamente, rural.

4.2. Caracterização Arquitectónica

A caracterização a nível arquitectónico a que este levantamento respondeu foi essencialmente no que concerne as cérceas e a implantação das edificações.

4.2.1. Cérceas

Por cércea, que representa a dimensão vertical da construção, neste trabalho foi considerado o número de pisos, já que por simples observação visual seria pouco rigoroso atribuir medidas, mesmo que relativas. É de referir que, no entanto, as alturas dos pisos não são muito constantes e variam principalmente entre tipologias de características diferentes.

Como se pode constatar no gráfico da fig.4, a Torreira apresenta os valores mais equilibrados da percentagem de habitações com 1 e 2 pisos (51,9% e 40,0%) e é das quatro freguesias a que tem a maior percentagem de edificações com 3 pisos.

Nas outras três freguesias existem raramente construções com 3 pisos, dominando nestas as edificações térreas (83,4% Bunheiro, 72,3% Monte, 69,2% Murtosa). No Bunheiro, onde se observa a maior discrepância de habitações com 1 piso, em relação às outras, compreende-se a existência de uma construção mais humilde, de gente ligada à agricultura. No entanto, no Bunheiro encontram-se excelentes exemplos de casas da emigração principalmente “Casas de Brasileiros”.

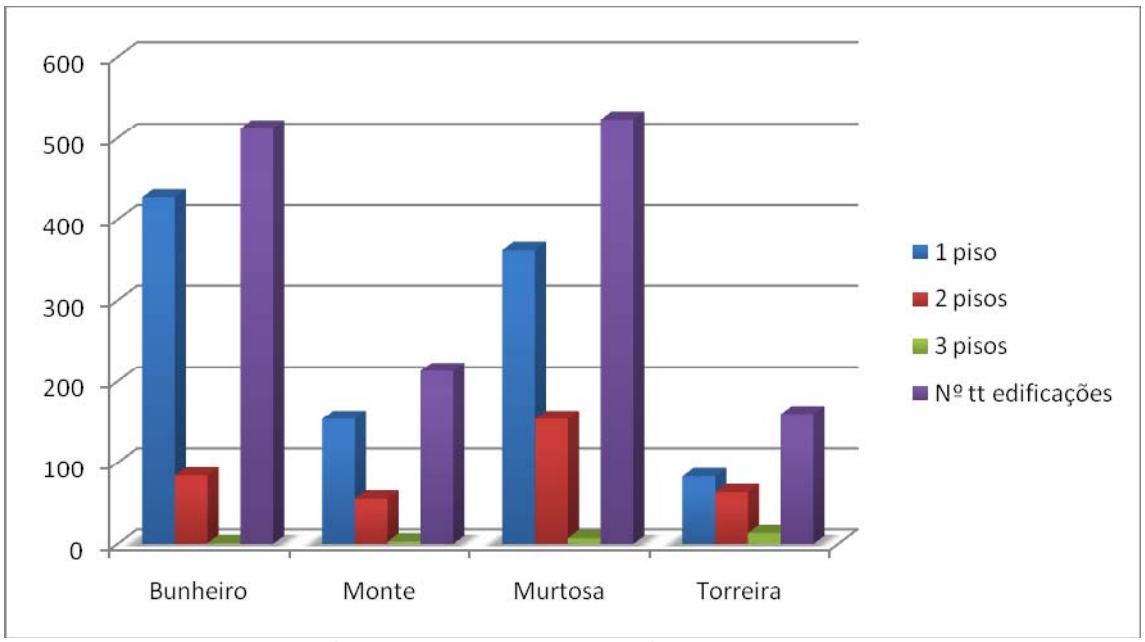


Fig.4 – Cérceas das edificações (Crédito: Sara Silva, 2009)

4.2.2. Implantação

O levantamento das construções em termos da sua implantação classifica-as em quatro grupos: isolada, banda extremo, banda meio ou em gaveto. Os resultados globais obtidos do levantamento apresentam-se na fig. 5.

O Bunheiro apresenta uma percentagem mais equilibrada entre habitações isoladas e em banda, sendo sempre em maior número as isoladas. As edificações em banda extremo nesta freguesia, na maioria dos casos, estão associadas às propriedades agrícolas. Por exemplo, as Casas de Alpendre estão normalmente rodeadas por paredes exteriores com fachadas cegas, apenas com abertura por um grande portão, que dá acesso ao pátio, e onde se dispõem currais, adegas, e arrumos (Moutinho, 1979, p. 89-90).

Murtosa e Monte apresentam percentagens semelhantes também no que se refere à implantação, podendo ser esta semelhança bem entendida por serem freguesias vizinhas e sem fronteiras físicas muito bem delimitadas. Nestes dois casos, a percentagem de habitações isoladas é muito maior que as que se apresentam em banda.

A Murtosa é, pela sua configuração e desenho urbano, a freguesia que apresenta a maior percentagem de edificações em gavetos, sendo a maior parte destas situadas no centro da freguesia, amontoadas em ruelas e vielas, dentro dos quarteirões, que se entrecruzam e ligam às vias principais.

Com um cariz menos rural, a Torreira apresenta a menor percentagem de edificações em adobe isoladas, sendo que prevalecem as habitações em banda, que frequentemente se situam em lotes com áreas de implantação bem definidas, o que se reflecte nas dimensões dos alçados, que se repetem apresentando um ritmo bem definido e relacionado com o desenho urbano. A Torreira distingue-se claramente das outras três freguesias, apresentando um desenho urbano rigoroso, em planta quadricular que se reflecte no loteamento e nas habitações. Na Torreira as habitações em adobe mais antigas, que ainda se mantêm, estão concentradas maioritariamente nos eixos principais da freguesia, e por onde ela se começou a formar, que compreendem um eixo marginal e paralelo à ria e um eixo perpendicular central a esta freguesia que faz a ligação “mar-ria”.

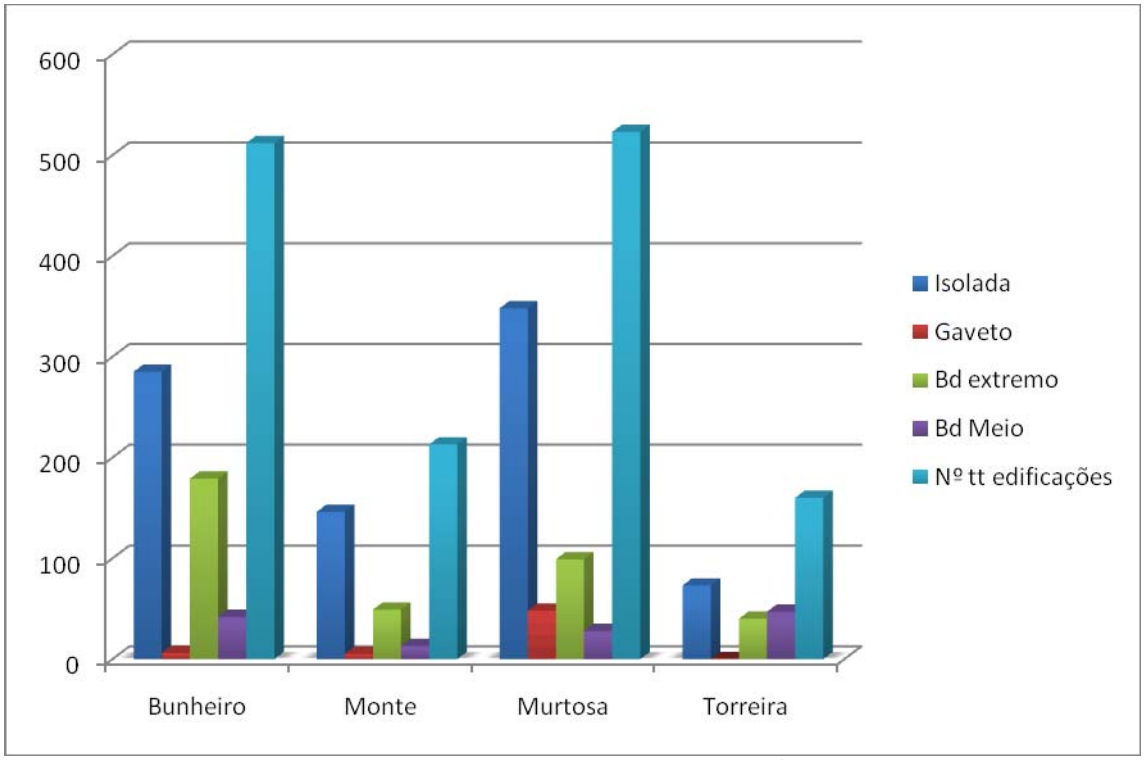


Fig.5 – Levantamento da implantação das edificações (Crédito: Sara Silva, 2009)

4.3. Caracterização Construtiva – Estado de Conservação

A caracterização construtiva, neste levantamento geral, incide principalmente no estado de conservação das construções, assim como na verificação de eventuais obras de reabilitação, alterações ou acrescentos e ainda no registo daquelas que se encontram já desabitadas.

Para avaliação do estado de conservação dos edifícios inicialmente consideraram-se apenas quatro categorias/classes, designadas por: bom, razoável, mau e ruína. No entanto, durante o levantamento verificou-se que esta classificação do estado de conservação não era adequada, tendo-se adoptado uma escala mais refinada para uma melhor caracterização, como se pode conferir no gráfico da fig. 6.

No que se refere ao estado de conservação das edificações em adobe, a Torreira é, mais uma vez, uma freguesia com características bem distintas das outras três. A percentagem de casas em adobe em bom estado de conservação é considerável, representando quase metade do total das construções, sendo também a freguesia com o menor percentagem de habitações em adobe desabitadas. As casas “tipo alpendre” na Torreira são escassas e não se encontra nenhuma casa rodeada por currais e armazéns agrícolas, já que a agricultura não é representativa nesta freguesia, em detrimento das actividades piscatórias.

A Murtosa e o Monte são as freguesias que em termos do estado de conservação apresentam uma distribuição mais homogénea. A Murtosa, no entanto, é a que apresenta menor número de habitações em estado de ruína, sendo também nesta freguesia observados os valores próximos entre o número de casas em reabilitação e desabitadas (36,9% e 39,8%).

O Monte apresenta a maior percentagem de habitações em ruína, sendo esta uma freguesia muito descaracterizada arquitectónicamente, muito por influência da emigração, sendo que o maior número de habitações reabilitadas e simultaneamente desabitadas se encontram nesta mesma freguesia, que pode ser compreendido pelo

facto destas serem apenas habitadas num determinado período do ano, correspondente à visita dos proprietários, emigrados, à sua terra natal.

O Bunheiro apresenta a menor percentagem de casas reabilitadas e, também o menor número de habitações em adobe em bom estado (12,7%), sendo que as habitações em estado de conservação razoável e mau representam mais de metade destas edificações. Apesar da percentagem considerável (28,5%) de habitações em deficiente estado de conservação, sem evidências de intervenções de reabilitação, muitas destas não estão abandonadas ou desabitadas. Estas pertencem a famílias de agricultores, de uma classe com menor poder económico, sendo estas habitações fruto de heranças ou de pessoas com idade avançada, e que, provavelmente, pressupõem um abandono no futuro próximo.

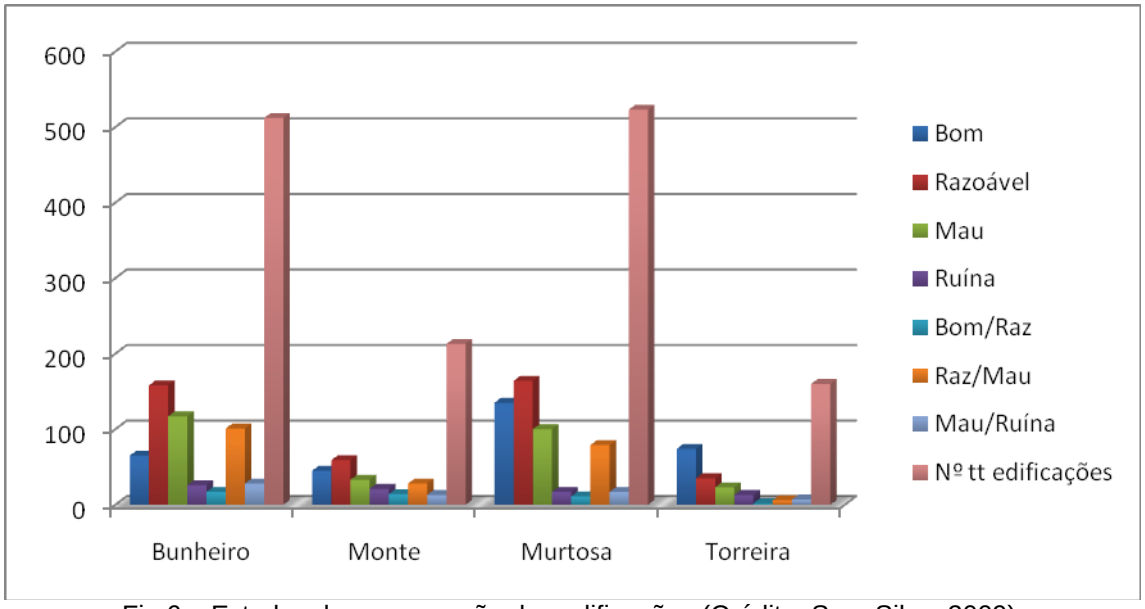


Fig.6 – Estados de conservação das edificações (Crédito: Sara Silva, 2009)

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Murtosa é rica no património em adobe e apresenta exemplos arquitectónicos de particular beleza e qualidade construtiva que carregam a história que não só atravessa diversas gerações como relata as proezas do seu povo.

Este estudo permitiu salientar a diversidade e a ainda abundante presença de edificações em adobe neste concelho, assim como, através dos dados mais pormenorizados recolhidos e tratados, dar indicações sobre a expressão deste património, da sua caracterização e distribuição, e ainda do seu estado de conservação geral. Na continuação deste levantamento torna-se inevitável e essencial a inventariação das diferentes construções, agrupando-as nas diferentes tipologias características da região.

A defesa e a (re)qualificação do legado arquitectónico em adobe deste concelho, em comparação com necessidades elementares e fundamentais como o saneamento básico, torna-se secundário. No entanto, e na medida em que se estão a perder exemplos arquitectónicos de valor significativo, cuja importância é ainda pouco reconhecida, valorizada e divulgada e por isso quase esquecida, torna-se urgente que a sua preservação seja pensada e impulsionada. É essencial, por isso, uma tomada de consciência não só das entidades competentes como de toda a população, através da divulgação de estudos não só do ponto de vista do património, como do ponto de

vista técnico, e que exemplos de boas práticas de reabilitação sejam apresentados em favor da sustentabilidade das construções de adobe na Murtosa, parte integrante da identidade cultural da região.

Bibliografia

Fernandes, M. (2006). As casas dos Brasileiros na Beira Litoral Portuguesa. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal.* Ouro Preto, Brasil. 1 CD-ROM.

Fernandes, M.; Mestre, V. (2006). Portugal Atlântico versus Portugal Mediterrâneo – Tipologias Arquitectónicas em Terra. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal.* Ouro Preto, Brasil. 1 CD-ROM.

Fonseca, J. P. E. (2007). Construção em Adobe na Murtosa, um caso de estudo. *V ATP – Seminário de Terra em Portugal*, Aveiro: Universidade de Aveiro. 1 CD-ROM.

INE (2001). Disponível em: www.ine.pt. acedido em: 01/02/2009.

Moutinho, M. (1979). *Arquitectura popular Portuguesa*. Lisboa: Editorial Estampa, Imprensa Universitária, p. 89-102.

Neto, C. (2008). *Estratégia para a caracterização do edificado em adobe em Aveiro*. Tese de Mestrado, Departamento Engenharia Civil, Universidade de Aveiro.

Oliveira, L. B. (2005). *Introdução ao estudo de adobe: construção de alvenaria* (disponível em: www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/edicao2005/adobe.pdf, acedido em: 20/09/2009.

Pereira, L. (1995). *Murtosa, gente nossa*. Murtosa: edição da Câmara Municipal da Murtosa, III edição, p. 125.

Santiago, L. B. (2005). O areeiro de Manuel Duarte. *Arquitectura de Terra em Portugal.* Lisboa: Argumentum, p.260-262.

Silva, S. (2009). *Arquitectura de terra – investigação e caracterização de edificações em adobe no Concelho da Murtosa*. Tese de mestrado, Faculdade de Arquitectura e Artes, Universidade Lusíada, Porto, (em desenvolvimento).

Silveira D., Varum H., Costa, A. (2007). Rehabilitation of an important cultural and architectural heritage: the traditional adobe constructions in Aveiro district - Sustainable Development 2007. WITPress, p. 705-714.

Varum H., Costa A., Pereira H., Almeida J., Rodrigues H. (2008). Caracterização do comportamento estrutural de paredes de alvenaria em adobe. Revista Mecânica Experimental, Vol. 15, pp. 23-32.

Vilar, J. (1989). *Histórias por Contar*. Murtosa: *e*dição da Câmara Municipal da Murtosa, p. 24.

Nota

(1) Este artigo foi elaborado a partir de um levantamento no âmbito do desenvolvimento da dissertação de mestrado da Sara Silva.

Curriculum

Sara Silva – Licenciada em Ciências da Arquitectura (FAA/ULP, 2008). Aluna de Mestrado (2º ciclo - curso Arquitectura) na mesma Universidade.

Humberto Varum – Engenheiro Civil, Ph.D, professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Portugal. Tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

Daniel Bastos – Engenheiro Civil na Câmara Municipal da Murtosa. Presidente da Junta de Freguesia de Bunheiro - Murtosa.

Dora Silveira – Licenciada em Engenharia Civil (UA, 2006). Doutoranda em Engenharia Civil (UA, desde 2007) e bolseira da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA

Patricio Arias Cortés
Surtierra Arquitectura Ltda. General Jofre 386-C Santiago, Chile
www.surtierrarquitectura.cl

Tema 4: Arquitectura Vernácula y Contemporánea.
Palabras clave: Arquitectura contemporánea, tecnobarro, tierra cruda

Resumen
Nuestra oficina experimental de arquitectura y construcción Surtierra Arquitectura desarrolla encargos de obras de arquitectura y construcción de distintas envergaduras y programas, dedicándonos íntegramente a desarrollar proyectos de arquitectura y construcción con tierra cruda.

En el último periodo se ha generado un cambio de escala con respecto a la envergadura y temática de los proyectos. Pasando de hacer básicamente proyectos de viviendas (de distintos tipos y tamaños) a proyectos con temática asociadas a áreas comerciales y de servicios como hoteles, oficinas, bodegas de vino y universidades. Por otro lado, hemos generado un área de proyectos de intervención patrimonial en tierra, principalmente como consultores del Programa de Puesta en Valor del Ministerio de Obras Públicas de Chile, programa al que llegamos desde nuestra expertiz en construcción de tierra con un modelo tecnológico adaptable a la restauración.

Este modelo tecnológico lo hemos generado a partir de la comprensión de los modelos tradicionales y de una gran cantidad de años experimentando. Entendiendo la quincha tradicional como el método constructivo solidario entre materiales de origen vegetal como madera y cañas y el relleno en tierra, se realizó una reevaluación del sistema con el fin de generar una propuesta actual que fuera capaz de satisfacer la necesidad de construcción prefabricada y de rápido ensamblaje, con esto los sistemas constructivos desarrollados por la oficina; "*quincha metálica" y "tecnobarro*", consideran el reforzamientos sismo resistente de un sistema estructural mixto; tierra y metal. Este consiste básicamente en la combinación de las características tierra-compresión y fierro-tracción como mezcla estructural para la obtención de un material compuesto de características estructurales que permiten la re-arquitecturización de la obra de tierra.

En el presente artículo se describirá el proceso constructivo de una obra bajo este método constructivo con la intensión de dar a conocer la economía constructiva, temporal y tecnológica con que se desarrollan la mayor parte de las obras de la oficina.

1. CONTEXTO GENERAL

Surtierra arquitectura es una oficina dedicada a la arquitectura y construcción con tierra cruda como eje de su práctica material. Orientada a un ámbito no solo del diseño en el papel Surtierra construye la mayor parte de sus proyectos extrayendo de esta praxis gran parte de su acervo de búsquedas formales y de lenguaje. Con trabajos diseminados tanto el zonas urbanas como peri-urbanas, el paisaje es otro elemento que se funde en las apuestas formales y técnicas, "trayendo y llevando" desde uno hacia el otro imágenes y soluciones.

Con encargos de diversa índole y envergadura, ha desarrollado una constante búsqueda y experimentación en torno a los materiales, las tecnologías, los sistemas constructivos, ocupándose principalmente de una escala de proyectos que por su envergadura (viviendas unifamiliares, restaurantes, cafés, tiendas, etc.) facilitan la interferencia permanente de los procesos constructivos por procesos de diseño y viceversa, extrayendo de esta interrelación las experiencias y las bases para poder intentar con mayor o menor acierto los saltos y las apuestas por una innovación en torno a las técnicas tradicionales de construcción con tierra cruda y su puesta en

perspectiva en un mundo globalizado y competitivo, desarrollando no solo una práctica sustentable en lo material sino así mismo contemporánea en la necesidad de configurar un lenguaje propio y cuestionador del momento presente. (fig. 1)



Fig.1 – Casa Lupe Gatica, Pirque, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2008)

En el último tiempo esta oficina ha venido experimentando una serie de cambios en torno a los tipos de encargo que plantean nuevos desafíos a la puesta en práctica de los conceptos antes descritos como así mismo al desarrollo de una práctica arquitectónica en torno a la tierra cruda como material de trabajo. Por un lado la aparición de nuevos encargos relacionados a programas de mayor envergadura como sedes universitarias, hoteles o bodegas de vinos vienen configurando un universo de trabajo proyectual cada vez más intenso y más distante de la obra y sus posibilidades de modificaciones orgánicas, por otro lado los recientes trabajos de obras de restauración para el programa de patrimonio impulsado por el gobierno de Chile (materia de otra conferencia presentada en este mismo evento) han significado el desarrollo de un sinnúmero de protocolos de diseño, de hallazgos constructivos (como el caso de la salitrera María Elena) y de aproximaciones a una dimensión mucho más profunda del arraigo del material tierra en las comunidades no-urbanas de nuestro territorio.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TIERRA-METAL

2.1 Reforzamientos sismo-resistentes mediante sistema estructural mixto tierra-metal, tecnobarro

Consiste básicamente en la combinación de las características tierra-compresión y fierro-tracción como mezcla estructural para la obtención de un material compuesto de características estructurales que permitan la asismicidad de la obra de tierra. Las características de chasis metálico mediante soldadura con malla electro soldada de acero plegada y atiesada para posibilitar un “enjambre” entre la malla de metal y la tierra aligerada que provee de tracción a la tierra y compresión a la malla.

El plegado de la malla otorga un par de fuerzas, estereometrizando el comportamiento de esta y otorgando una armadura para la tierra mejorando sus propiedades estructurales. El efecto de protección térmica de la tierra sobre el metal amortigua los efectos de dilatación para un comportamiento estable de este chasis bajo diversas

condiciones de clima. La estabilización de la tierra mediante cal permite controlar la fisuración por control volumétrico de la arcilla, resistencia mecánica, impermeabilidad y control de pH (bacterias). Así mismo el estuco se refuerza en su impermeabilidad mediante cal (proceso de carbonatación colaborante, los minerales de la arcilla son puzolanas naturales y tienen la capacidad de reaccionar con la cal añadida para producir compuestos cementantes).

Los parámetros económicos de la tierra como el bajo costo de las estructuras metálicas livianas posibilitan el uso de este en construcciones de economía real.

2.2 Desarrollo y aplicación del modelo quincha metálica en la prefabricación de viviendas en tierra

En la construcción del chasis metálico las partidas de terminaciones se trabajan simultáneamente con la obra gruesa (instalaciones, muebles, puertas y ventanas, etc.). El transporte de las estructuras con terminaciones al lugar definitivo es mediante carga manual y camión extendido donde la maniobra tarda 1 día máximo para una casa de 150 m^2 con 6 a 8 personas, se traslada solo la obra gruesa para el llenado con tierra aligerada, con esto las terminaciones se aplican al final del secado de la tierra.

Los efectos de arrostramiento y estructuración se consolidan con soldadura en obra para lo cual este chasis se ejecuta con un corte restituible por soldadura para efectos del traslado. Usualmente la consolidación de sobrecimiento se hace enfierrando dentro del plegado de la malla y consolida con hormigón en obra. Con la prefabricación de las mallas, el montaje de las estructuras tarda muy poco tiempo, por estar programada la soldadura, el efecto de rematar las soldaduras se ejecuta el 90% en taller a fin de evitar la carpintería metálica en obra.

Las estructuras en sistema malla y esqueleto se protegen con revestimiento antióxido y emulsionan asfálticamente como protección anticorrosivo y contra la humedad. También se extiende el nivel superior del sobrecimiento sobre el nivel de piso y aplica emulsión a este como sello anti-humedad capilar en todas los sobrecimientos. En algunos casos debido al tensionado que se produce en las estructuras estas tienen diferencias en el armado, para esto es conveniente separar para el traslado las estructuras en partes lo más compactas posible. El bajo peso en general de las estructuras permite un alto grado de movilidad en el armado.

Para el llenado se usa la tierra de la obra previa revisión de su cantidad de arcilla, lo que determina la cantidad de cal para su estabilización, esta tierra resulta de excavaciones de instalaciones y fundaciones. La técnica de llenado de estructuras se puede realizar a mano o con bomba tipo shotcret de aire comprimido o sistema de bolas, el empleo de bomba permite incorporar cal al 10 % en la revoltura del shotcret como medida de estabilización de la tierra, el tiempo ahorrado de obra con bomba es de 6 hasta 10 veces menos, que el manual, y se debe dejar la cancha de tierra – paja en estado húmedo con la mayor cantidad de tierra posible para así rentabilizar el uso de la bomba. El uso de shotcret tierra permite que la presencia de paja en la mezcla ejecute la traba entre esta y la malla de acero para finalmente producir el efecto de una tierra reforzada, también la bomba homogeniza la carga de tierra evitando nidos que debiliten el muro.

3. TIPOS DE ENCARGO – NUEVOS ENCARGOS

Como ya se mencionó antes los encargos recibidos por esta oficina han experimentado dos grandes cambios que se transforman en una serie de nuevos desafíos. Por una parte la aproximación a nuevos proyectos de programas de mayor envergadura y complejidad técnica han significado el tener que abandonar de cierta

manera el esquema de “el anteproyecto a la obra” teniendo que enfrentar nuevos procesos (nuevos para nosotros) de desarrollo de proyecto mucho más distantes a las coordenadas experimentales (y experienciales) de la obra para tratar de volcar toda la experiencia ya acumulada en estos nuevos proyectos. Así mismo la aparición de programas más específicos y técnicos ha significado un desarrollo y un constante contraste de las experiencias en torno a la tierra como material capaz de resolver esas temáticas específicas. (fig. 2)

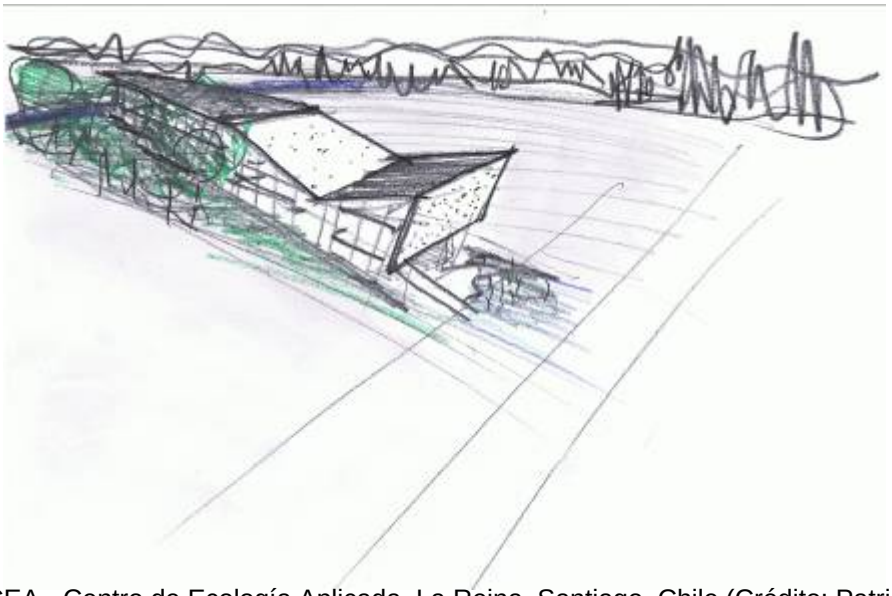


Fig.2 – CEA - Centro de Ecología Aplicada, La Reina, Santiago, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2009)

De esta manera surge el diseño de la bodega de vinos enterrada en la tierra que busca aprovechar la estabilidad térmica de esta para minimizar el consumo energético que significa el producir vinos de alto estándar. De la misma manera surge el proyecto para el teatro y salas de ensayo del “Teatro Cinema”, un volumen ciego de tierra con un alto requerimiento de acondicionamiento acústico y térmico y muy exigente desde el punto de vista estructural. Otro ejemplo de esto es el proyecto de oficinas proyectado para la consultora en asuntos ambientales CEA (centro de ecología aplicada) que constituye un intento por armonizar paisaje, sistemas de trabajo integrados, bajo consumo energético y la apuesta por integrar, no solo el material de tierra como un elemento endémicamente reciclable, sino transformar el edificio completo en un gran “mecano” desarmable y reciclable intentando producir un efecto de vida minimizado en cuanto al costo de desuso del edificio. Para esto se diseñó el proyecto íntegramente en estructura metálica con paramentos de cierre en tierra en diferentes técnicas como tapia para el primer piso y quincha metálica para el segundo y losas de madera en ambos entrepisos, las cuales irán apernadas formando elementos “desarmables” al tiempo que de bajo costo y gran expresividad. En cualquier caso, estos nuevos programas definen nuevas maneras de aproximarse al trabajo en tierra cruda e imponen la necesidad de hallar nuevas respuestas/expresiones así como ventajas y posibilidades en la puesta en escena del trabajo de tierra. (fig. 3)

Por otro lado, el trabajo en proyectos de restauración en patrimonio para el Gobierno de Chile dentro del marco del Programa de Puesta en Valor BID han generado la necesidad de sistematizar y organizar gran parte del trabajo que de forma empírica venimos desarrollando como oficina de construcción, lo que nos ha permitido hacer hallazgos notables de innovación tecnológica como lo es el caso de María Elena, donde encontramos un sistema de construcción mixto tierra metal a modo de un

“adobe-reforzado” con escalerillas metálicas único en nuestro país en un conjunto de edificios patrimoniales, algo así como el eslabón perdido para nosotros, en lo que respecta a la combinación tierra metal que hemos venido experimentando. Los edificios de María Elena vienen a demostrar nuestra tesis en cuanto al comportamiento estructural de esta combinación de materiales frente a un sismo de gran envergadura.



Fig.3 – Hotel y Bodega Itahue – Itahue, Curicó, Chile (Crédito: Patricio Arias, 2006-08)

Estos proyectos nos han permitido así mismo conocer y poder aproximarse a una dimensión mucho más íntima de la relación de las comunidades locales (rurales) de nuestro territorio con la tierra como material de construcción y arquitecturización de sus universos simbólicos. La comprensión de las dimensiones estructurales y constructivas de la tierra ha posibilitado el dialogo y desarrollo de nuevas ideas frente al paradigma de intervenir edificios patrimoniales de matriz estructural muy precaria para un país tan sísmico como lo es Chile. Así mismo hemos podido aproximarnos a una tarea de recomponer las antiguas prácticas constructivas locales en algunos casos y en otros a mejorar las ya existentes para hacerlas más eficientes de acuerdo a las investigaciones y experiencias que recogemos tanto de nuestra propia práctica como de la de nuestros colegas de todo el mundo.

4. INNOVACIÓN EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

4.1 La innovación

En el caso de nuestra oficina la innovación está asociada particularmente a los hallazgos que de la obra se extraen como experiencias y constructoras de un saber más bien empírico. Este desarrollo que genera interferencias en ambos sentidos afecta no solo la labor constructora de la oficina sino sobre todo la dimensión proyectual o de diseño de la misma. El constante proceso de diseño de las obras asociado a la redefinición constante de los elementos y las decisiones tomadas previamente en la etapa de boceto han llevado a establecer una forma de modo de operar sobre la materia y las decisiones de diseño que sobre esta se toman, la definición escala uno a uno de diversos temas es, no solo posible sino también necesaria.

Sobre lo mismo cabria destacar que la tierra como material obliga a tener una relación más bien corporal que “mental”, donde el conocimiento empírico es también conocimiento del cuerpo, es lo que permite saber sobre la calidad de una determinada tierra y su posibles aplicaciones, por otra parte la diversidad de tierras disponibles en los distintos locales donde se desarrollan las obras impone la necesidad de estar constantemente actualizando ese “conocimiento o relación” del cuerpo con el material. Extremando esa idea, la relación del cuerpo propio como consciencia y medida de la realidad arquitectónica establece un enfoque diferente sobre la relación clásica entre proyecto y obra y entre arquitecto y constructor. Es necesario exponer el cuerpo a las ideas y los materiales a los proyectos.

Como se vio en el punto anterior este tipo de relación es muy factible en proyectos de pequeña y mediana envergadura. Poder llevar un tipo de praxis como esa a una escala mayor requiere de nuevas metodologías, de nuevas astucias para no dejarse llevar por la comodidad del lápiz y el papel.

4.2 La práctica, el tecnobarro

La innovación en la elaboración del material es un tema fundamental, estar en obra permite aprender e innovar, obtener de las experiencias empíricas la experiencia necesaria para trabajar eficientemente con el material, encontrando las respuestas, técnicas o vivencias para desarrollar la práctica arquitectónica.

Las búsquedas constructivas por hacer de la tierra un material vigente, seguro, contemporáneo han decantado en el desarrollo de la quincha metálica y el tecno-barro como modelos altamente eficientes y competitivos a la hora de sostener una práctica arquitectónica. Estas constantes búsquedas han derivado en el desarrollo de una arquitectura cada vez más sincera y auto exigente, es así como el metal ha ido apareciendo cada vez más como parte del lenguaje arquitectónico tomando un rol protagónico en la definición de la imagen de nuestros últimos proyectos.

Por otra parte la búsqueda por extraer el máximo de expresión de esta particular conjunción de materiales (mallas de acero y barro+paja) nos han llevado a experimentar con las posibilidades plásticas de los mismos. La gran ductilidad que presentan las mallas de acero en cierto modo son un reflejo y un símil de las posibilidades del barro de ser moldeado a voluntad. El trabajo en estas posibilidades está recién comenzando (fig. 4) y se encadena a otras búsquedas formales/necesarias como los muros inclinados y las estructuras a la vista.



Fig.4 – Casa Arias – Peñalolén, Santiago, Chile (créditos: Patricio Arias, 2008)

5. SUSTENTABILIDAD

Partiendo de la premisa que la tierra es el cuerpo, base de la conformación natural de los territorios, que a pesar de ser un material inerte, como material de construcción se presenta como un ser vivo que respira, transpira, almacena calor y presenta características que la hacen ser un material ecológico y sustentable y que requiere de su propio conocimiento empírico, se potencia el poder desarrollar el material en una dimensión medioambiental, para explorarlo y obtener el máximo provecho para determinar nuestro discurso arquitectónico, una mirada o expresión arquitectónica

contemporánea, pero que se sostiene dentro de la cotidianeidad y la habitabilidad urbana, esto nos hace ser parte de la construcción de un lenguaje, sostener una práctica y un material, devolverle la vida a un material que se había perdido en nuestro país y hoy en día regresa con sus características y ventajas, evolucionado y acomodándose a las exigencias que requieren las ciudades de hoy. (fig. 5)

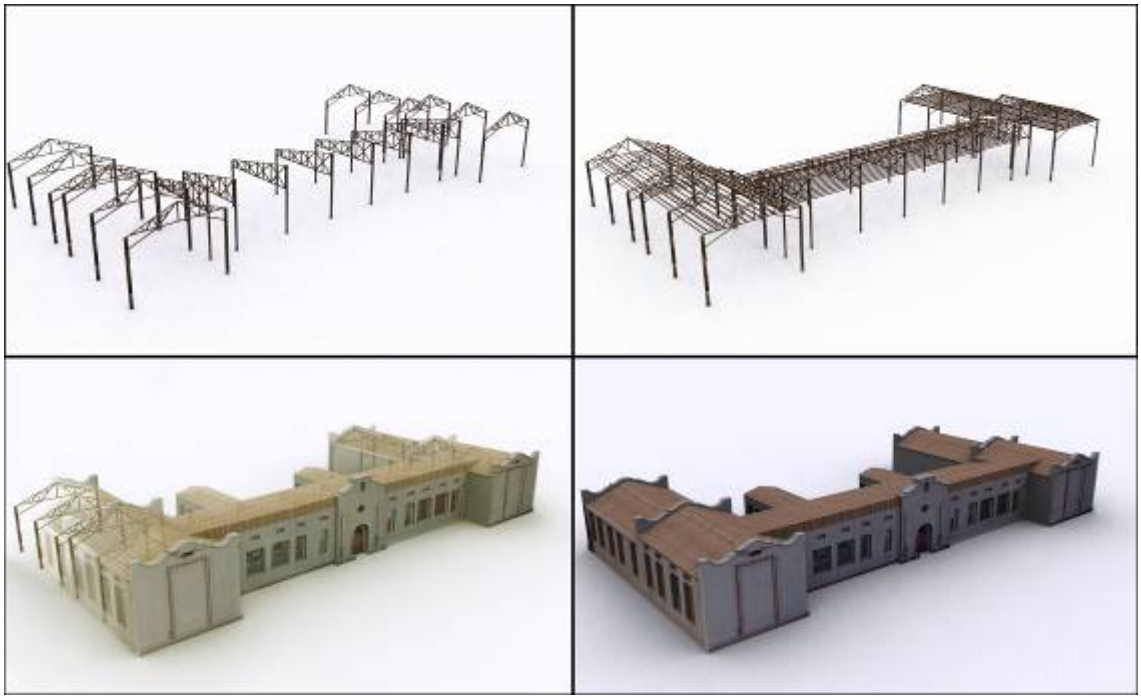


Fig.5 – Salitrera María Elena, edificio escuela – Iquique, Chile (Crédito: Surtierra, 2008)

Se pretende dar así mismo una mirada de manera global a lo que significa sostener una postura contemporánea frente a la producción arquitectónica con tierra y como esto se traduce en la búsqueda de una lectura que al mismo tiempo adhiere y cuestiona lo que significa el ser “contemporáneo” y que, de igual manera recoge la tradición asociada al trabajo con tierra, las culturas constructivas locales, las materias locales, interpreta y transforma esa tradición en una nueva imagen y proyectos más sintonizados con el momento presente, desde un punto de vista amplio.

Con todo esto, se nos presenta la interrogante de ¿Qué significa ser contemporáneo? Respuesta que hoy más que un significado, es parte de nuestra postura, más acá de la participación estática del momento presente y más allá de una línea estética, en donde buscamos nuevas definiciones o aportar nuevos significados al lenguaje de hoy, es decir, que sea sostenible, esto presenta la arquitectura contemporánea en una dimensión material y hacer de la practica algo sostenible en el tiempo, que evolucione y se desarrolle. Hacer de la practica una actividad sostenible económica, energética y ecológicamente e ir combinando técnicas y practicas con un partido y postura tomada, con una lectura estética amplia pero que al mismo tiempo no intente imitar las características del pasado, sino actualizar y formar parte del discurso de lo que se entiende como el presente, entendido como un momento en constante creación, transformación y adaptación. (fig. 6)

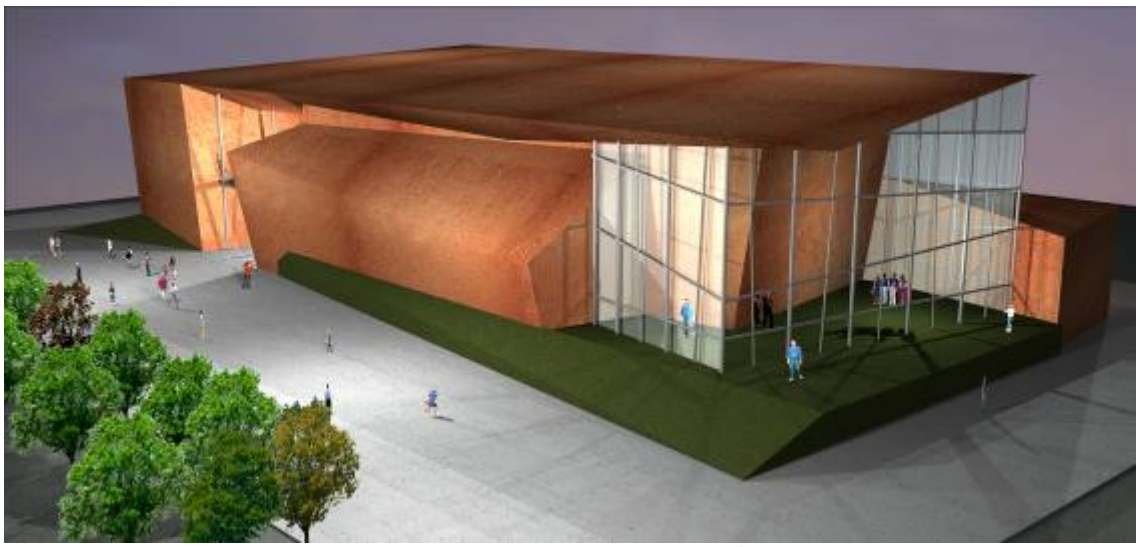


Fig.6 – Teatro Cinema – La Reina, Santiago, Chile (Crédito: Surtierra, 2008)

Curriculum

Patricio Arias Cortés: Arquitecto Universidad de Chile 1999; socio de la consultora chilena Surtierra Arquitectura, especialista en el desarrollo de proyectos de arquitectura contemporánea y construcción con tierra cruda, así como restauración de inmuebles construidos en tierra; miembro del directorio de la Fundación Jofré.

CONSTRUÇÕES DE TAIPA DE SOPAPO E DE ADOBE NO ESTADO DO PIAUÍ: INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE

Sandra Selma Saraiva de Alexandria(1); Wilza Gomes Reis Lopes(2)
UFPI – Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Petrônio Portela,
TERESINA, PI, Brasil, (1) Tel. (+55) 86 32155725;
(1) E-mail: s3arquitetura@yahoo.com.br; (2) E-mail: izalopes@uol.com.br

Tema 4: Arquitetura Vernácula e Contemporaneidade.
Palavras-Chave: sustentabilidade, taipa de sopapo, adobe.

Resumo
Sabe-se que o ambiente urbano é o local onde vive mais da metade da população mundial, e que as previsões da ONU para o ano de 2050 é de mais de 9 bilhões de pessoas no mundo, a maioria vivendo nos centro urbanos. Vários problemas urbanos e ambientais são gerados por conta disto e carecem de soluções urgentes. Estas soluções não dependem somente de vontade política e de planejamento urbano, mas da colaboração de cada cidadão envolvido na dinâmica diária das relações produção x consumo, cidade x natureza.

Um dos desafios constantes da arquitetura nos dias atuais, é demonstrar que projetar edifícios com materiais alternativos ou sustentáveis, não significa produzir uma arquitetura que se utiliza de alta tecnologia, sofisticada, cara, demandadora de fontes e energia ou, ao contrário, que seja uma arquitetura precária ou deficiente. Significa, sim, uma arquitetura de soluções técnicas simples e acessíveis, articuladas em projetos, que têm como base conceitos de ecologia urbana, planejamento ambiental, sustentabilidade e moradia digna. Além disso, não se pode perder de vista fatores essenciais para essa arquitetura sustentável, como os condicionantes e os determinantes geográficos, climáticos, econômicos e os recursos locais de cada região. No Brasil, as técnicas de construção com terra, que tiveram um uso intensivo, durante o período colonial, foram quase totalmente abandonadas após a chegada dos novos materiais. Contudo, em alguns locais do país, como na região nordeste do Brasil, em áreas urbanas e rurais, continua-se a construir com terra, demonstrando o potencial dessas técnicas construtivas e suas peculiaridades que variam de local para local, sem no entanto perder sua essencia.

Nesta pesquisa o objetivo geral consistiu em realizar um levantamento histórico e o panorama atual da aplicação das técnicas de construção com terra no estado do Piauí, visando à sistematização do conhecimento técnico e científico existente, demonstrando suas potencialidades, a fim de adaptá-las aos desafios de sustentabilidade atuais e contribuindo para o maior e melhor conhecimento do estado da arte da construção com terra na região em estudo.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento descontrolado das cidades e de suas atividades tem sido o principal centro da crise ambiental urbana. Atualmente, o ambiente urbano é o habitat de mais da metade da população mundial, e onde são vivenciados alguns dos mais graves problemas ambientais contemporâneos, tais como o lixo, a poluição da água e do ar e o alto consumo de energia e de recursos.

A construção civil apresenta-se como uma das atividades mais impactantes do meio ambiente, pois além do uso de recursos naturais, utilizados como matéria-prima, consome grande parte da energia gerada e disponível no planeta para a produção e transporte de materiais, acarretando, ainda, considerável quantidade de entulho nas obras.

A atividade de construir constitui uma intervenção no meio ambiente, modificando drasticamente não só o local da construção, como também refletindo em grande número dos recursos ambientais envolvidos no processo (Krüger, 2003).

Em decorrência disto, em toda parte do mundo, a indústria da construção civil é responsável por altos níveis de poluição do meio ambiente, conseqüência da energia consumida durante as etapas de extração, processamento e transporte da matéria prima (Morel et al, 2001).

Devido aos impactos ocasionados por essas atividades, a redescoberta da utilização de materiais e técnicas mais naturais, bem como, a busca de materiais alternativos na construção civil, tornou-se uma necessidade cada vez mais eminente, procurando-se conciliar o meio ambiente às atividades sócio-econômicas e ao desenvolvimento (Faria, 2002).

Medidas que viabilizem a redução ou a racionalização do consumo de matéria e energia devem ser pensadas desde a elaboração do projeto, como também, na especificação dos materiais e do processo construtivo.

A construção com terra apresenta muitas características inerentes a ela que a tornam um exemplo de construção sustentável. Pode-se citar a baixa energia embutida no processo, que dispensa a queima e, na maioria das vezes, não requer transporte. Acrescente-se, ainda, a baixa produção de resíduos e o fato de não necessitar da exploração, de forma intensiva, de jazida ou recurso natural, como fonte de energia ou de matéria-prima.

A sustentabilidade também está relacionada à questão cultural da tecnologia empregada e que se refere aos costumes do lugar. A tradição popular registra o que faz parte da história de um povo e identifica valores, traduzindo conhecimentos vernaculares que demonstram as potencialidades do local. Pode-se afirmar que as técnicas de construção com terra fazem parte da tradição construtiva do estado do Piauí.

Neste trabalho, resultado de uma pesquisa de mestrado, é apresentado um panorama da arquitetura e construção com terra, a partir de levantamento e análise de edificações executadas com algumas dessas técnicas construtivas no Piauí, estado da região nordeste do Brasil, demonstrando a potencialidade e versatilidade dessas técnicas milenares de construção e que também estão inseridas na tradição construtiva do estado.

Para isso foi feito um levantamento bibliográfico acerca do tema e a escolha dos municípios a ser visitados, priorizando-se a localização dos municípios em diversas regiões do Piauí, procurando abranger o estado como um todo, e ainda, enfocando locais em que se tinha informações sobre a ocorrência do emprego da terra, como material de construção. Dessa forma, foram escolhidos e visitados dez municípios do estado Piauí, listados a seguir: Assunção do Piauí, Uruçuí, Parnaíba, Luís Correia, Pedro II, Palmeira do Piauí, Cristino Castro, União, São João do Arraial e Teresina.

Em cada município visitado foram selecionadas edificações feitas com terra, obtendo-se dados por meio de informação verbal, em entrevistas com os proprietários ou responsáveis pelas obras. Foi realizado levantamento gráfico, registro fotográfico e informações de como cada técnica de construção de terra foi empregada, enfocando os materiais aplicados na cobertura, piso e esquadrias, a existência de instalações elétricas e hidro-sanitárias, os materiais utilizados na confecção das paredes, mão-de-obra empregada, além das características do solo utilizado.

2. A TERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Arquitetura e construção com terra é toda aquela que utiliza como material básico de construção o solo *in natura*, sem que tenha passado pelo processo de queima ou cozimento.

Existe um vasto repertório de técnicas que utilizam a terra como matéria básica para o levantamento das paredes, variando de acordo com as peculiaridades culturais, condicionantes ambientais e características do solo disponível em cada local onde são utilizadas. Apesar dessas variantes, que podem diferenciar bastante de região para região, elas guardam muitas semelhanças entre si. No Brasil, as técnicas de construção com terra mais usadas, a partir do período colonial, foram o adobe, a taipa de pilão e a taipa de sopapo ou pau-a-pique.

O adobe consiste na moldagem da terra úmida, em fôrmas de madeira, formando tijolos que são secos ao sol, sendo uma das técnicas mais antigas de construção. Já a taipa de pilão refere-se à execução de paredes monolíticas, por meio de duas tábuas paralelas, chamadas taipais, onde a terra é colocada e socada com pilão. Enquanto que, a taipa de sopapo ou pau-a-pique é uma técnica construtiva que pertence à família dos entramados, e utiliza-se de uma estrutura independente, executada em peças verticais de madeira, serradas ou roliças e com fechamento através de uma trama horizontal, de varas mais finas de madeira ou bambu, preenchidas com terra e em algumas vezes também com pedras.

Bastante utilizadas durante o período colonial no Brasil, as técnicas de construção com terra foram, praticamente esquecidas com a chegada de novos materiais. Contudo, muitas edificações daquela época continuam existindo, comprovando sua durabilidade e resistência. Além disso, exemplos de construções contemporâneas, em que se utilizou a terra como material de construção, podem ser encontrados em vários locais do país.

O resgate destas técnicas pode possibilitar a execução de projetos a partir deste modelo construtivo sustentável, de alto desempenho e de baixo impacto ambiental; com o propósito de amenizar os problemas da crise energética atual e do déficit habitacional do Brasil e do estado do Piauí, problema tão urgente da atualidade e que carece de solução.

Além do Brasil, diversos outros povos usaram e ainda usam a terra para construir suas habitações, encontrando-se exemplos de construção com terra em quase todos os países do mundo. Muitas dessas edificações, construídas há séculos, continuam em bom estado de conservação, demonstrando o seu potencial como modelo de tecnologia construtiva, além de utilizar materiais energeticamente eficientes. Segundo Dethier e Guillaud (1994), desde que os homens começaram a construir seu patrimônio edificado, casas e cidades, há 10 mil anos atrás, a terra vem sendo um dos principais materiais de construção muito utilizados, e hoje cerca de 30% da população mundial vivem em edificações de terra, sejam elas antigas ou contemporâneas.

Nos países industrializados, a terra foi suplantada por novos materiais de construção, muitos deles produzidos por meio de processos de manufatura altamente sofisticados, demandadores de energia e poluidores. Como resultado, verifica-se um agravamento da crise de energia e a ameaça ao meio ambiente (Diogo, 2005).

Um material de construção é considerado ecológico quando, além de econômico em matéria-prima, utiliza baixo consumo de energia na sua fabricação e produz poucos resíduos, além de ser reciclável (Faria, 2002). Dessa forma, verifica-se que a terra é

um material ecológico, uma opção das mais eficientes no sentido de desempenho energético, pois é necessária pouquíssima energia para a produção de materiais. Deve-se utilizar a terra do próprio terreno ou de local próximo a ele reduzindo-se, dessa forma, a energia gasta no transporte de matéria-prima. Além desses aspectos de redução de consumo energético no processo de extração e transporte, construções feitas com terra apresentam excelente inércia térmica e acústica, minimizando a necessidade de condicionadores de ar e de isolantes.

A aplicação desses materiais ecologicamente corretos e em sintonia com os conceitos de sustentabilidade atuais, na zona rural do Piauí, é feita de forma empírica pelas populações mais desprovidas de recursos. Em geral, as edificações são semelhantes, executadas com o mesmo material de construção e a mesma técnica construtiva, como por exemplo, a casa de taipa de sopapo ou de adobe. Segundo Rocha (2002), a dificuldade do uso das novas técnicas construtivas, como o tijolo e o concreto, relaciona-se ao seu maior custo operacional e a necessidade de mão-de-obra especializada, fazendo com que se mantenham as técnicas tradicionais de construção com terra, principalmente na zona rural, pelo seu fácil acesso e seu baixo custo, além de fazer parte da tradição construtiva do local.

3. ARQUITETURA DE TERRA NO PIAUÍ

Durante toda a sua ocupação colonizadora, nos meados do século XVII, realizada pelos bandeirantes paulistas, e por todo o século XVIII e XIX, o Piauí teve o seu desenvolvimento econômico extremamente ligado às fazendas de criação de gado, que moldaram social, cultural e politicamente a sociedade piauiense.

De acordo com Silva (1991), a origem e a evolução das chamadas fazendas do Piauí remontam ao movimento português de exploração e ocupação do território brasileiro, impulsionadas pela necessidade de exploração econômica. Tendo um povoamento nitidamente rural, com sua população dispersa, as primeiras vilas piauienses não passavam de pequenos centros político-administrativos, dependentes do universo pastoril. As fazendas de gado, e secundariamente, os sítios, emergiram como a principal unidade de povoamento, e a pecuária extensiva, como a atividade econômica dominante.

Nesse período, a arquitetura rural piauiense foi a variação da arquitetura colonial brasileira. Era fortemente marcada por construções que utilizavam os materiais existentes na região, como a carnaúba, palmeira típica do Piauí, a pedra e a terra. Estas habitações obedeciam às necessidades do homem, às condições climáticas e aos materiais existentes, resultando numa arquitetura extremamente equilibrada e sintonizada com a realidade do local.

3.1. Edificações protegidas pelo Patrimônio Histórico

No início, as fazendas e os engenhos foram construídos com taipa de pilão, a princípio moradias de pequenas dimensões, simples e rústicas. “A casa de fazenda, sob o ponto de vista plástico e funcional, espelha a luta e o desafio pela sobrevivência e a evolução do sertanejo, na proposta de uma solução habitacional rústica e fechada. Com estilo pesadão, acachapado, disposto na horizontalidade, demonstrava sua solidez arquitetônica” (Silva, 1991).

Como exemplares dessa arquitetura tão marcante foram encontradas algumas casas de fazenda tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Nacional - IPHAN-PI. A maioria era feita de adobe ou adobe e pedra, resquícios do final do século XIX e começo do século XX.

Com características peculiares da arquitetura tradicional do Piauí, depois de estabelecidas as grandes fazendas de gado da região, esses casarões passaram a ter amplos cômodos apesar de despojados de luxo. Com paredes largas e telhado em duas ou quatro águas, possuem o aconchego de amplas e arejadas varandas. O sistema construtivo geralmente é formado por bases de pedra, estrutura autônoma de sustentação do telhado em madeira e vedação em paredes de adobe. As paredes, quase sempre de adobe, são revestidas de argamassa e no interior delas é encontrada a estrutura que suporta a cobertura, formada por troncos de madeira. A espessura dessas paredes revestidas com o reboco varia de 30 cm a 60 cm e, seguindo a tradição, são caiadas de branco. A cobertura é feita com telha de barro tipo colonial e sustentada por estrutura de carnaúba, palmeira típica da região, enquanto que o piso original é de tijoleira cerâmica ou terra batida.

Esse conjunto arquitetônico é representativo da típica morada piauiense consolidada desde a época da colonização, cujas influências foram trazidas da moradia paulista, pelos desbravadores que acompanhavam Domingos Afonso Mafrense, entre outros. Como exemplo dessas moradias tem-se a Fazenda São Domingos, executada em adobe no ano de 1877 e localizada no município de José de Freitas, a 48 km de Teresina,capital do estado (Figura 1).



Fig. 1 - Fazenda São Domingos, em José de Freitas – PI (Crédito: FUNDAC, 1996)

3.2. Edificações históricas e contemporâneas analisadas

O adobe foi a técnica mais encontrada nos dez municípios pesquisados, devido a existência de solo propício e também, pela presença de antigos adobeiros que repassaram os parâmetros técnicos corretos de execução, alcançando, dessa forma, bons resultados finais na construção. Além disso, depois dos adobes prontos, o processo de execução da construção é similar ao do tijolo cozido, com o levantamento das paredes a prumo utilizando-se argamassa de assentamento, processo este de conhecimento da maioria da população e muito disseminado.

O mesmo não aconteceu com a técnica da taipa de sopapo, que, geralmente, é utilizada sem os devidos cuidados e com a intenção de executar uma habitação provisória; resultando em edificações que deixam a desejar nos critérios de durabilidade e aparência e contribuindo para o preconceito generalizado contra as construções com terra. Entretanto, a taipa de sopapo, seguidos os parâmetros técnicos necessários, também pode ser mais uma alternativa na solução dos problemas habitacionais, apresentando resultados excelentes e empregando materiais e técnicas energeticamente mais eficientes que os convencionais.

Em alguns locais o acesso aos materiais industrializados é muito difícil, muitas vezes pelos condicionantes geográficos que dificultam a chegada desses materiais, como é o caso da comunidade quilombola de Sítio Velho, quase isolada no fundo de um vale, no

município de Assunção do Piauí, onde todas as edificações são feitas de adobe. Outras vezes a impossibilidade é também determinada pela falta de recursos financeiros, como na comunidade de Zundão dos Camilos, em União, que é extremamente pobre e encontrou na construção com terra, a solução para a construção de suas habitações e até das suas construções comunitárias.

Uruçuí foi o município onde se verificou a presença de algumas inovações na técnica de construção com o adobe. Existe, no município, alguns pedreiros que se dedicam a aplicar e desenvolver a técnica, experimentando soluções para os problemas construtivos que, por vezes, se apresentam. Entre estas, destaca-se a “amarração” da casa com a utilização de ferro estribo de 5 mm de diâmetro, esticado na argamassa de assentamento do adobe, na altura da base da parede, conforme pode ser visto da figura 2. É comum, no local, o emprego desses materiais como substituição da cinta de concreto na construção. No entanto essa solução é empregada empiricamente pela população local e tem apresentando, segundo informações verbais, bom desempenho no alcance desses objetivos: evitar que a construção apresente trincas e rachaduras devido à falta da estrutura de cintamento de concreto convencional.



Fig. 2 – Barra de aço estendida entre o baldrame (feito com blocos cerâmicos) e a parede de adobe (Crédito: Sandra Saraiva, 2006)

Na região do litoral do estado, percebeu-se que pouco se utiliza a terra na construção civil. Em Parnaíba, são poucos os exemplares de arquitetura com terra, à exceção de algumas poucas residências na periferia da cidade. Até mesmo o casario antigo, em sua grande maioria é feito de pedra, com exceção para alguns feitos de pedra e adobe.

Em Luís Correia, ao longo da costa do município, verificou-se a ocorrência de algumas casas de veraneio pertencentes a pessoas mais abastadas, construídas com a técnica da taipa de mão, utilizando a terra crua como material alternativo e visando dar um aspecto diferenciado à construção (Figura 3). Também foi possível verificar o uso do material, como solução mais barata, na construção de algumas pousadas locais, além do grande número de casas de pescadores feitas de taipa de mão.



Fig. 3 – Casa de veraneio executada com taipa de sopapo, em Luis Correia, PI (Crédito: Sandra Saraiva, 2006)

Pedro II é outra cidade onde ainda se emprega muito o adobe em suas construções, e onde foi encontrado o casario antigo mais significativo e conservado de todos os municípios pesquisados. Em torno da igreja matriz e da principal praça da cidade, encontram-se as construções mais antigas da cidade, todas elas de adobe conforme figura 4. A técnica ainda é empregada na periferia da cidade, onde podem ser vistas muitas casas executadas com este material.



Fig. 4 – Casario antigo todo em adobe, em Pedro II, PI (Crédito: Sandra Saraiva, 2006)

Em cidades como Palmeira do Piauí e Cristino Castro, próximas e vizinhas, a grande maioria das casas é de adobe, quase todo o casario encontrado é feito de terra, inclusive os muros que limitam os terrenos (Figura 5). A técnica de construção com adobe faz parte da cultura local e muitos são os pedreiros ali que conhecem e utilizam a técnica regularmente. Apesar disso não existe um rigor no processo construtivo e isso pode ser verificado também em todos os municípios visitados.



Fig. 5 – Muro e residência de adobe, em Palmeira do Piauí (Crédito: Sandra Saraiva, 2006)

Em São João do Arraial, também foi encontrada grande parte das construções locais feitas de adobe, inclusive construções muito antigas e ainda hoje servindo ao seu uso. Isso demonstra que sempre se utilizou a terra como material de construção no local. Há registros na região do uso de cacos de telha “emechados” na parede, ou seja, colocados na argamassa de assentamento dos adobes, no momento do levante dessas, o que aumenta a resistência às intempéries e ajuda na fixação do reboco, em etapa posterior, além de dar uma beleza peculiar à parede sem reboco.

Na cidade de Teresina, foram encontradas construções antigas executadas, principalmente em adobe, em perfeito estado de conservação. São encontrados, ainda, muitas edificações recentes, realizadas com a taipa de mão, principalmente na periferia da cidade. Trata-se de construções realizadas com a terra do próprio local e com madeiramento encontrado nos arredores, ou mesmo comprado, mas de baixa qualidade, resultando em edificações precárias. Contudo, a mesma técnica, quando executada conforme os procedimentos técnicos necessários, pode resultar em construção de ótimo padrão, como a residência da figura 6, toda executada em taipa de mão.



Fig. 6 – Sobrado de taipa de sopapo, em Teresina, PI (Crédito: Sandra Saraiva, 2006)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se verificar que o Piauí é um grande celeiro para se aprimorar e desenvolver as técnicas de construção com terra. O clima quente, a grande extensão territorial e o baixo poder aquisitivo da maior parte da população, tornam de grande interesse o uso dessas técnicas. Além disso, uma grande parte da população ainda aplica essas técnicas que são mantidas e repassadas de pai para filho.

Esse material é especialmente indicado para a construção de habitações de baixo custo e pode ser facilmente empregado por mão-de-obra não qualificada, resultando numa construção mais adequada ao clima, geralmente, muito quente desta região, devido à sua baixa condutibilidade térmica. Contanto que sejam mantidos os parâmetros técnicos necessários para que a construção possa ter um maior desempenho construtivo e maior durabilidade.

Além de tudo, essa maneira de construir possibilita maior autonomia, em situações onde só é possível construir a partir da utilização de materiais locais. Sem dúvida, a terra é um material durável, desde que seguidos os parâmetros técnicos necessários, de baixo impacto ambiental e que reduz a dependência para com os materiais industrializados.

Alcançados esses objetivos, de maior autonomia aliada a uma melhor técnica, poderemos dizer que conseguimos fazer com que arquitetura e meio ambiente sejam aliados na busca de soluções mais sustentáveis ecológica e socialmente. Fazendo-se com que a arquitetura e construção com terra articulem o saber e a prática populares tradicionais e as tecnologias mais modernas, num processo dialético de soluções adequadas aos espaços construídos nas sociedades contemporâneas, além de manter a dinâmica da interação homem e natureza, na busca de um modelo de construção ecologicamente equilibrado.

5. BIBLIOGRAFIA

Dethier, H.; Guillaud, H. (1994). *Earth Construction: a comprhensive guide*. London, UK: Intermediate Technology Publications.

Diogo, M. (2005). *O Uso de Terra Crua como Alternativa para Construção de Habitações*. 2005. Disponível em: <http://m.diogo.vilabol.uol.com.br/saibamaissobreterracrua.htm> Acesso em 06 abr. 2005.

Faria, O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana – SP)*. 200p. Tese– Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Krüger, E. L. (2003). Checklist para Avaliação de Sistemas Construtivos para a Habitação de Interesse Social. Congresso Brasileiro sobre Habitação Social, Ciência e Tecnologia, 1, Florianópolis, SC: UFSC. ISBN 85-903692-2-6. PP. 65-70.

Morel, J.C.; Mesbah, A.; Oggero, M.; Walker, P. (2001). *Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. Building and Environment.* Pretoria, South África, v. 36, n.10, pp.1119-1126. ISBN: 0360-1323.

Rocha, A. C. C. da. (2002). *Critérios Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas: Estudo de Caso no Estado do Piauí.* Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura. Porto Alegre.
]
Silva, J. C. C. da. (1991). *Abelheiras: Último reduto da casa da torre no Piauí* (um estudo de história social). Teresina, PI: Gráfica Júnior Ltda, 1991.

Curriculum

Sandra Selma Saraiva de Alexandria – Arquiteta e Urbanista (UFPI, 1997), especialista em Ciências Ambientais (UFPI, 2002), mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente

(PRODEMA/UFPI/TROPEN, 2006). Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí. Membro da Rede Ibero-americana Proterra.

Wilza Gomes Reis Lopes – Arquiteta, especialista em Urbanismo, mestre em Arquitetura, doutora em Engenharia Agrícola. Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA / UFPI. Coordenadora do Laboratório Urbano da Paisagem- LUPA da UFPI. Membro da Rede Ibero-americana Proterra.

HABITAT DOMESTICO BIOCLIMATICO DE INTERES SOCIAL EN TIERRA

Beatriz Garzón[1], Edgardo Mele[2], Liliana de Benito[2]
[1] CONICET - FAU-SeCyT, Universidad Nacional de Tucumán. Av. Roca 1900. 4000. S. M. de Tucumán, Tucumán, Argentina. E-mail: bgarzon@gmail.com
[2]Instituto Provincial de la Vivienda Don Bosco 293. 9103. Rawson, Chubut, Argentina.

Tema 4: Arquitectura Vernácula y Contemporánea.
Palabras clave: Construcción en tierra. Adecuación bioclimática. Uso no convencional y racional de la energía. Viviendas de interés social.

Resumen
El propósito es mostrar la adopción de estrategias socio-pedagógicas y disposiciones arquitectónicas y tecnologías apropiadas y apropiables desde un modelo de gestión y producción participativa de vivienda unifamiliar desde el Estado para mejorar condiciones de vida del poblador rural y la protección del ambiente. Se emplea la investigación-acción participativa para conocer una realidad y transformarla, rescatando la participación y el conocimiento popular como medios para el cambio, desde una perspectiva interdisciplinaria e intersectorial que se concreta mediante el Programa de Mejoramiento del Hábitat y de las Condiciones Productivas para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades de la Provincia de Chubut (desde 2004). Los resultados alcanzados son la aplicación de: a) estrategias y disposiciones arquitectónicas para la adecuación bioambientales de 3 prototipos de vivienda unifamiliar y b) sistemas pasivos para el acondicionamiento térmico (vano vidriado doble, ganancia solar directa, acumulación de calor en muros exteriores e interiores, invernáculo, chimenea solar; y sistemas auxiliares como aerogenerador para provisión de energía eléctrica, calentamiento solar de agua, cocción y horneado solar de alimentos, cimiento y sobrecimiento en piedra, mampostería en tierra –suelocemento, champa de maillín-.Sus alcances son: aprovechar y revalorizar los recursos natural -sol, viento, tierra, piedra, etc.- y cultural disponibles en cada sitio; observar y comprender, por los usuarios, los principios bioambientales aplicados y los procesos inherentes en sus vivienda; crear condiciones de bienestar y de confort en el hábitat doméstico; difundir los tipos arquitectónicos y sistemas tecnológicos no convencionales adoptados para su replicabilidad; favorecer un proceso sostenido de arraigo; exponer la labor desarrollada por el Instituto Provincial de la Vivienda de Chubut y la Universidad Nacional de Tucumán (acuerdo mediante la Unidad de Vinculación Tecnológica UNT a través del Proyecto “Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Sostenido y Saludable” de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y de la Secretaría de Ciencia y Técnica UNT y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas Tecnológicas –CONICET-).

1. MARCO INSTITUCIONAL, PROPÓSITO Y OBJETIVOS

El trabajo pertenece al “Programa de Mejoramiento del Hábitat y de las Condiciones Productivas para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades del Chubut”. Su propósito es mostrar la labor interdisciplinaria e intersectorial desarrollada sobre vivienda rural sustentable, y sus objetivos son: a) lograr su adecuación bioclimática; b) adoptar tecnologías y disposiciones arquitectónicas apropiadas y apropiables; c) promover acciones para el desarrollo local. Es así que el Instituto Provincial de la Vivienda -IPVyDU- de Chubut y la Universidad Nacional de Tucumán -UNT-, la encaran a partir de un acuerdo, a través de la Unidad de Vinculación Tecnológica, UNT con el Proyecto “Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Sostenido y Saludable” de la FAU-SeCyT-, UNT - CONICET) desde 2004.

2. METODOLOGÍA, BENEFICIARIOS Y CONDICIONES DE HABITAT

Se utiliza la investigación-acción participativa (Garzón, 2004), no sólo para conocer una realidad sino para transformarla, fortalecer el protagonismo de los actores involucrados y rescatar el valor del conocimiento y destrezas populares como medios para el cambio. La experiencia es sostenida por una fuerte intervención de los usuarios para: a) desarrollar una vivienda que responda a sus reales necesidades y/o condicionantes ambientales, tecnológicas, funcionales, etc.; b) lograr un proceso

sostenido de arraigo y revalorización de su medio. El trabajo integra al Programa Social Agropecuario para el contacto y las acciones con las familias campesinas (figura 1). Algunas pertenecen a la etnia Tehuelche, se dedican a criar ovejas y a la agricultura de subsistencia. Sus viviendas eran de mampostería de adobe y bahareque y techos de tierra con cubierta de chapa de zinc; se caracterizaban por su antigüedad, su alto grado de deterioro, precariedad y posibilidades de derrumbe.

3. ÁREA DE TRABAJO

Se halla en el borde de la meseta chubutense, cercana a la precordillera (Figura 1).



Figura 1 – Ubicación geográfica y clasificación bioambiental (Crédito: Garzón, 2004)

4. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Las características climáticas responden al tipo Desértico Patagónico, con fuertes y constantes vientos, bajas temperaturas invernales y nevadas y heladas periódicas con condiciones de aridez. Según la Norma IRAM, pertenece a la Zona Bioambiental VI (IRAM; 1996) (figura 1). Los datos registrados son (Servicio Meteorológico Nacional; 1992): lluvia promedio – 400 mm anuales; vientos predominantes – cuadrante Noroeste-Sureste; temperaturas - 12ºC promedio de verano, 1ºC promedio de invierno.

5. CONSTRUCCION CON TIERRA EN LAS LOCALIDADES EN CONSIDERACION

Se han detectad los siguientes sistemas constructivos verticales en tierra: a) mampostería de adobe, b) entramado de ramas y caña y c) mampostería de champa de maillín. El sistema de techo está formado por estructura de varas de madera, que soportan tablas o ramas, sobre las que se asienta la torta de barro y sobre la misma se apoyan chapas onduladas de zinc, a modo de cubierta (figura 2).



Fig. 2 – Mampostería de adobe, mampostería de champa y entramado de ramas y barro, con torta de barro y cubierta de chapa de zinc (Créditos: Mele, De Benito, Garzón; 2004-2007)

6. DETERMINACION DE ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS

Se establecieron a través del uso del diagrama psicrométrico para el período anual y según la zona bioambiental en estudio. Los valores de temperatura y humedad relativa considerados corresponden a los valores medios máximos, medios mínimos y medios para el período en consideración.
De la metodología utilizada se obtuvieron y consideraron aquellas estrategias con mayor porcentajes en relación a su alejamiento de la zona de confort para dicha época (Garzón, 2004) (figura 3).

ESTRATEGIAS	Período Anual
Calefacción Solar Pasiva	70 %
Calefacción Convencional	22 %
Confort	8%

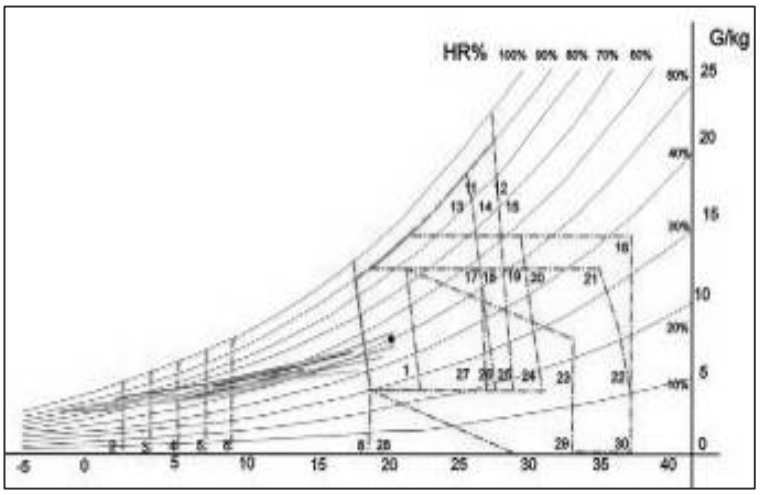


Fig. 3 – Diagrama Psicrométrico (Crédito: Garzón, 2004).

7. PROTOTIPOS: VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL SUSTENTABLES EN TIERRA

Como se ha observado, las características del medio natural y cultural condicionan la definición de las viviendas populares rurales en sus aspectos: ambiental, tecnológico, funcional, espacial, morfológico, etc. Son, comúnmente, una clara adaptación al sitio. Por lo que a partir de ellas, se pueden identificar patrones de diseño (pautas ambientales, tecnológicas, funcionales, etc.) que permiten rescatar soluciones autóctonas o generar adecuadas respuestas de mejoramiento a las mismas.

En base a ello, se generaron 3 prototipos alternativos que posibilitaron reformular técnicas constructivas del sitio como la tecnología de construcción en tierra para su rescate y revalorización y por su facilidad constructiva, el reducido consumo de energía en su producción, el aprovechamiento de sus características termo-física, y a la necesidad de disminuir los costos de construcción y funcionamiento, utilizando aquellos recursos disponibles (materiales, energéticos, etc.) en el lugar.
Esto permitió, asimismo, poder contar con una superficie habitable mayor en las viviendas con el mismo costo de construcción e incorporar y compatibilizar el uso de sistemas solares y sistemas no convencionales con uso racional de la energía para el acondicionamiento de la vivienda e higiene y alimentación de sus habitantes. Todo ello, para alcanzar un equilibrio entre las mejoras introducidas y lo tradicional, y preservar su acervo cultural y su ambiente natural, mediante el uso eficiente de sus elementos (Garzón, 2007).

Vivienda 1 Cushamen

- Ubicación geográfica: Latitud: 42º03'; Longitud: 71º10'; Altitud: 734,30 m. s.n.m.
- Ficha técnica: Fecha del proyecto – 1 de Noviembre de 2005; Obra concluida, Diciembre de 2006.
  Se realizaron 9 unidades de vivienda con este prototipo.
  Respuesta arquitectónica: Responde a una vivienda unifamiliar de 2 dormitorios, con superficie cubierta de 95 m² más 8 m² de invernáculo (total = 103 m²).
  Se sintetiza en una planta con dormitorios, galería e invernáculo al Norte -para

mayor captación y colección de radiación solar- y con locales de servicio al sur como espacios “tapón”.

- Modalidad de construcción: Fue por autoconstrucción asistida y ayuda mutua.
- Envolvente arquitectónica: Se utilizaron materiales y mano de obra del lugar y algunos industrializados.

  Se reformularon técnicas constructivas locales: a) Muro con mampostería de ladrillos de suelo-cemento: exterior de 0,30 m de espesor, interior de 0,15 m; b) Techo en cielorrasos de madera machihembrada con aislamiento hidrófugo -nylon 200 micrones- y térmico -arena volcánica y tierra de 0,12 m de espesor-; cubierta de chapa de zinc sobre estructura de madera y aislamiento térmico -lana de vidrio-; c) Piso: piedra laja sobre contrapiso de hormigón pobre con 0,12 m espesor (figura 4).
- Sistemas energéticos y de acondicionamiento ambiental – Sistemas solares para:
  - Calefacción pasiva – La ganancia solar es directa a través de: aventanamientos con doble vidriado; invernáculo; muros colectores acumuladores (Tipo Trombe-Michel Modificado) al Norte; colector acumulador en cubierta.
  - Almacenamiento – La mayor parte de acumulación de calor se realiza en los muros exteriores e interiores de suelo-cemento.
    La gran inercia térmica de la envolvente y su alta conservación energética amortigua las variaciones diarias de temperatura a efectos de conservar el calor.
    También, se produce mediante los muros colectores-acumuladores Tipo Trombe-Michel Modificado y el colector-acumulador de cubierta.
  - Cocción de alimentos: Se ha instalado un horno solar con apertura y cierre desde el interior, y una Cocina solar móvil, en el exterior de la vivienda, con concentrador parabólico y sistema con seguimiento solar manual
  - Secado de ropa, frutos y hortalizas
  - Agua caliente: El sistema posee colector comercial de 4 m², con acumulador de agua en un tanque aislado que provee a los artefactos de baño, cocina y lavadero
  - Invernáculo: Se orienta al Norte y al Oeste y permite la producción de verduras y hortalizas; posee cubierta de policarbonato y aventanamientos de vidriado doble.
  - Refrescamiento: Se produce mediante efecto “chimenea” en dormitorios, cocina-estar, galería, baño e invernáculo
  - Energía eléctrica: La obtención es a través de un generador eólico de 600 w.
  - Calefacción y calentamiento de agua convencional: La Estufa tipo rusa de alto rendimiento complementa al sistema de calentamiento solar de agua.



Fig. 4 – Vivienda Cushamen (Crédito: Mele, De Benito, Garzón, 2005-2007).

Vivienda 2 Buenos Aires Chico, El Maitén

- Ubicación geográfica: Latitud 42º03', Longitud: 71º10', Altitud 734,30 m. s.n.m.
- Ficha técnica: - Fecha del proyecto: 1 de Noviembre de 2005; Obra concluida, Diciembre de 2006.
  Se ejecutaron 15 viviendas con este prototipo.
- Respuesta arquitectónica: El prototipo corresponde a una vivienda unifamiliar de dos dormitorios. Su superficie cubierta es de 88 m² más 8 m² de invernáculo (total = 96 m².). El partido arquitectónico se sintetiza en una planta con los dormitorios y el invernáculo al Norte -para lograr la mayor captación y colección de radiación solar- y con los locales de servicio al sur como espacios "tapón".
- Modalidad de construcción: El sistema es por autoconstrucción y ayuda mutua.
- Envolvente arquitectónica: Se usaron materiales y mano de obra del lugar y algunos industrializados. Se reformularon técnicas constructivas locales: a) Muro con mampostería de ladrillos macizos de suelo-cemento: exterior de 0,30 m de espesor, interior de 0,15 m; b) Techo en cielorrasos de madera machihembrada con aislamiento hidrófugo y térmico (lana de vidrio); cubierta de chapa de zinc sobre estructura de madera (figura 5).
- Sistemas energéticos y de acondicionamiento ambiental - Sistemas solares para:
  - Calefacción pasiva: La ganancia solar es directa a través de: aventanamientos con doble vidriado termosellado; invernáculo; muros colectores acumuladores (Tipo Trombe - Michel Modificado) al Norte
  - Almacenamiento: La mayor parte de acumulación de calor se realiza en los muros exteriores e interiores de suelo-cemento. La gran inercia térmica de la envolvente y su alta conservación energética amortigua las variaciones diarias de temperatura a efectos de conservar el calor.
  - Cocción de alimentos: Se ha incorporado una cocina solar móvil, en el exterior, con un concentrador parabólico y sistema con seguimiento solar manual.
  - Agua caliente: El sistema de calentamiento agua sanitaria posee colector comercial de 4 m², con acumulador de agua en un tanque aislado que provee a los artefactos de baño, cocina y lavadero
  - Invernáculo: Se orienta al Norte y Oeste; permite la producción de verduras y hortalizas; posee cubierta de policarbonato y aventanamientos de vidriado doble.
  - Refrescamiento: Se produce mediante efecto "chimenea" en muros colectores acumuladores y en invernáculo.
  - Energía eléctrica: La conexión es a red eléctrica local.
  - Calefacción y cocción de alimentos convencional: Se colocó una cocina de chapa de alto rendimiento -Cocina Ñuque- para cocción de alimentos, calentamiento de agua -que apoya al sistema de calentamiento solar de agua- y calefacción -con sistema de distribución de aire caliente-
  - Calentamiento convencional de agua: El sistema cuenta con termotanque de alta eficiencia que complementa al sistema de calentamiento solar de agua.



Fig. 5 – Vivienda Maituyén (Crédito: Mele, De Benito, Garzón; 2005-2007).

Vivienda 3 Pocitos de Quichaura, Tecka

- Ubicación geográfica: Latitud 43º27', Longitud 70º15, Altitud 1048,30 m s.n.m.

- Ficha técnica: - Fecha de inicio del proyecto: 10 de enero de 2007; - Estado de construcción: Obra concluida.
  Se construyó una unidad de vivienda con este prototipo.
- Respuesta arquitectónica: El prototipo responde a una vivienda unifamiliar de una planta. Posee un espacio multifuncional -para dormir y estar-, baño y cocina. Su superficie es de 22.12 m² más 11.20 m² de invernáculo (total de 33.32 m²). Se orienta al Norte para mayor aprovechamiento solar a través de un invernáculo que se enfrenta a estos espacios, a los cuales desbordan.
- Modalidad de construcción: Por ser el destinatario un adulto mayor se optó por incluir la mano de obra desde el programa para apoyar la autoproducción de la vivienda.
- Envolvente arquitectónica: Se recuperaron técnicas tradicionales de construcción y se emplearon recursos materiales y humanos de la zona y pocos materiales industrializados (figura 6): a) Muro con mampostería de champa (bloque de suelo compacto) de mallín de 0,30 m de espesor exterior y 0,15 m interior; unidades de extracción “in situ” de 0,30 m x 0,40 m x 0,12 m o 0,15 m x 0,40 m x 0,12 m asentadas en barro; terminación superficial de la mampostería - metal desplegado y revoque con azotado de cemento hidrófugo, grueso y fino; Carpintería con puertas y ventanas de madera; Cimientos en “Platea” de piedra; Techo en estructura de madera, cielorraso de madera machihembrada con aislamientos hidrófugo -con papel embreado- y térmico -lana de vidrio- y cubierta de chapas onduladas de zinc.
- Sistemas energéticos y de acondicionamiento ambiental – Sistemas solares para:
  - Calefacción pasiva: La ganancia solar es directa a través de aventanamientos -con doble vidriado termosellado- y de invernáculo,
  - Almacenamiento: La mayor parte de acumulación de calor se realiza en los muros exteriores e interiores de champa de mallín.
  - Agua caliente: El sistema de calentamiento de agua sanitaria cuenta con colector comercial de 1 m² y un tanque acumulador aislado de agua 50 l que alimenta los artefactos del baño y la cocina.
  - Invernáculo: El sistema permite la producción de verduras y hortalizas; posee un cerramiento inclinado de policarbonato que hace las veces de techo y cerramiento lateral hacia el norte
  - Sistemas eólicos: La obtención de electricidad -12 voltios corriente continua- se realiza a través de generador eólico 600 w.
  - Calefacción convencional y cocción de alimentos: Se colocó una cocina de chapa de alto rendimiento -Cocina Ñuque- para cocción de alimentos y calefacción.



Figura 6: Vivienda Pocitos de Quichauran (Crédito: Mele, De Benito; 2007).

8. CONSIDERACIONES FINALES

Con estas experiencias, se logró:

- formular pautas y estrategias orientadoras para una producción habitacional desde el Estado con adecuación bioambiental en relación al contexto en consideración,
- rescatar, reformular y generar el uso de disposiciones arquitectónicas y tecnológicas compatibles con el medio.

También, a través de la evaluación de los pobladores, surge que se logró:

- ofrecer una propuesta metodológica y un conjunto de herramientas arquitectónicas y tecnologías de fácil aplicación y apropiación para el mejoramiento del hábitat popular rural de Chubut, Argentina,
- promover el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y, por consiguiente, la calidad de vida de la población involucrada,
- que sus usuarios pudieran discernir sobre sus expectativas y capacidades y acceder por autogestión asistida y con conciencia ambiental a la producción y funcionamiento de su hábitat.

Todo ello, a través del aprovechamiento de sus contextos -natural y cultural- y para "reconquistar" la dignidad de las personas mediante su propio esfuerzo y ayuda mutua de modo de alcanzar un sostenido desarrollo local.

Bibliografía

Garzón, B. (2004*). Enfoque Metodológicos y Conceptuales Básicos Alternativos para el Desarrollo del Hábitat Popular*. Pelotas, Río do Sul. Brasil. X Encuentro Anual de la Unión Latino-Americana de Cátedras de Vivienda, Páginas 53 a 60.

Garzón, B. (2004). *Determinación de Estrategias Bioclimáticas para Localidades Rurales de Chubut, Argentina*. San Miguel de Tucumán, Argentina. FAU-SeCyT, UNT – CONICET, páginas 10 a 14.

Garzón, B. (2007). *Casas de interés Social y Adecuación Bioclimática-Energética en Argentina. Arquitectura Bioclimática*. Buenos Aires. NOBUKO, páginas 37 a 50.

IRAM (1996). Norma 11603: *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires. Instituto de Racionalización de Materiales, páginas 1 a 6.

Servicio Meteorológico Nacional (1992). *Estadísticas Climatológicas Período 1981-1990*. Buenos Aires. Argentina. Servicio Meteorológico Nacional, páginas 80 a 86.

Curriculum

Beatriz Silvia Garzón. Arquitecta; Investigadora CONICET; Directora Proyectos: FAU-SeCyT, UNT, CONICET, MinCyT, Programa Voluntariado; Integrante "Programa de Mejoramiento del Hábitat y las Condiciones de Producción para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades" -IPVyDU Chubut-; Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Edgardo Mele. Arquitecto. Técnico del "Programa de Mejoramiento del Hábitat y las Condiciones de Producción para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades de la Provincia del Chubut, Argentina" del IPVyDU Chubut.

Liliana De Benito. Arquitecta. Coordinadora del "Programa de Mejoramiento del Hábitat y las Condiciones de Producción para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades de la Provincia del Chubut, Argentina" del IPVyDU Chubut.

EARTH CONSTRUCTION IN THE NETHERLANDS

Charles Thuijls
Leemwerk Company. Groen van Prinstererstraat 20 hs
1051 EG Amsterdam. Netherlands
Telf. +31 (0)20 470 83 93 - Email: thuijls@leemwerk.nl
Website: www.leemwerk.nl

Theme 4: Vernacular and contemporary architecture
Keywords: earthen construction, rammed earth, the Netherlands.

Abstract
In the Netherlands we have a limited earth construction tradition. The most common traditional architecture is the half-timbered houses in Zuid-Limburg. But in the past 20 years, earth construction has gained more recognition. This is due to growing environmental awareness and the increase interest for environmental issues such as climate change.
It is noticed that some years ago, a thin earth layer was used for the finishing of walls, but nowadays earth is used more and more as a component of a system. The combination of heating hoses on walls or ceilings, finished with a thick layer of earth, is fully accepted with regard to 'sustainable construction' and it is a comfortable, energy efficient way of heating. However, sustainable construction is currently largely synonymous of CO_2-neutral and energy efficiency. Since, in the design of very energy efficient buildings, the material aspect becomes more and more important. The future focus will be on the use of materials with the least environmental impact. Then, earth will achieve a very good score, which will lead to increased possibilities for the large scaled application of earth construction. As a construction company and due to its expertise, Leemwerk wants to play an active role in the Netherlands, increasing the use of earth construction.

1. INTRODUCTION

This paper aims to present a brief reflection of the current use of earth construction in the Netherlands. Which is the traditional earth construction in the Netherlands? What have been the contemporary applications in the past 20 years? Which developments are taking place and what are the perspectives for the future of earth construction in the Netherlands?

The Netherlands have 60% of its inhabitants living below sea level (HHN, 2009). The country is composed of a delta of large rivers, such as the Maas, Waal and the Rijn, and these rivers supply large amounts of sand and clay that sinks at the floodplains. So, the Netherlands have traditional use of fired earth, in brick work. In the floodplains there are brick factories, where bricks are baked at a temperature of 800ºC -1100^{0}C. Therefore, the use of brick construction is the main application in the Netherlands. However, this paper will address the application of 'raw earth'.

2. TRADITIONAL EARTH CONSTRUCTION

The Netherlands has a limited tradition in raw earth construction. The climate is an important reason for this reduced use. The Netherlands has a sea climate, with mild summers and cool, wet winters, with 775 mm of rain falling from the sky annually (KNMI, 2009). Combined with a stormy Southwest Wind, this is a heavy load for the exterior walls. In the past, raw earth construction was only used in the south, in the province of Limburg for the construction of the so-called half-timbered houses. An oak frame is filled with thin braided spikes and then finished with a greasy earth mixture. Sometimes, this earth mixture is mixed with straw. To make sure that the plaster would be sufficiently hydrophobic, the plaster is periodically lime washed. The wooden frame remains visible. This construction method is also is used in other countries. As this method does not fully meat the current Dutch Building Act – it has insufficient insulation

value – it is no longer used in the construction of new houses. Renovation of the old half-timbered houses does occur, by applying insulation plates to the interior side.



Fig. 1 – Half-timbered house in Zuid-Limburg, the Netherlands
(credits: http://www.wandelgidszuidlimburg.com/LANDSCHAP/VAKWERKHUIZEN/10.jpg).

3. MODERN EARTH CONSTRUCTION

In the last couple of years, earth has been applied increasingly in the Netherlands. This started approximately 20 years ago with the arrival of Tierrafino BV. As a producer of colored earth plaster, they actually reintroduced the application of earth in construction. This colored earth plaster is applied to wallpaper-ready surfaces, such as concrete, plasterboard or old plaster, in a thickness of 3 mm. Application of this earth plaster as wall and ceiling finish, is purely esthetic. The earth colors and visible sand grains provide the surface with a subtle, lively presentation.

The environmental awareness grows during the nineties, influenced by a number of large scaled environmental issues that became increasingly visible during this decade. This is the case of climate change, the hole in the ozone layer, the acidification of the atmosphere, the accident at Chernobyl in 1986, and the attention for the so-called ‘Sick Building Syndrome’, etc. The environmental movement gains influence and environmental concern enters the political agenda. People become more and more aware of the importance of quality in the environment. There is more focus on the use of materials and their impact in the interior space. For instance, chipboard emits formaldehyde; many paints contain volatile organic compounds (VOC); non-removed asbestos has potential danger impact; as does the emission of radon gas from the soil, etc. The fact is that most of materials composed of natural minerals have none, or at least less of the mentioned negative impacts. Moreover, if applied in large quantities, natural materials can have a positive impact on the interior temperature. So, in the case of earth plaster, there are better results if the layer is thicker. In this case, if a

layer of earth plaster is applied with at least 10 mm, and a possible color earth finish of 3 mm, the layer has sufficient mass to impact the interior temperature. This is due to:

- Buffering the moisture stabilizes the relative humidity. In case of high humidity, moisture is absorbed and in case of low humidity it is emitted;
- Heat accumulation. Earth plaster reduces fluctuations in temperature, because it can quickly absorb heat and retain it for a long time;
- The 'course' porous finishes has a positive impact on the acoustics;
- Its electrostatic neutrality (Minke, 2009, p.19-35).

The beginning of the 21st century marks another shift in the Netherlands earthe construction. No longer does the individual customer decides to use earth mixture, but the architect also decides to integrate it as a component of the design project. This leads to a shift of the application of earth as a main decorative wall finish, to earth as part of a system, for instance, combined with wall heating. Since earth easily absorbs heat, it is a comfortable and energy efficient heating method. Two systems can be distinguished: the mounted system and the integrated system. In the mounted system, the hoses are attached to the wall, up to a height of 2 meters. The hoses have a diameter of ∅16-20 mm. and are plastered with earth. The thickness of the total earth package is around the 30-35 mm. In integrated systems, the hoses are placed in the currently slots, which requires a thinner earth layer to finish, meaning that a shorter drying period is required, which leads to a shorter time period construction (Technea, 2009).



Fig. 2 – Spraying earthplaster WWF Zeist, the Netherlands (credits: Michel Leeman).

A great example of earth plaster used as an actual component of the total concept, is the main office of the WW, which was implemented a couple of years ago. In the design, a thick earth layer was applied to the ceiling, containing hoses; so-called heating mats, for the cooling and heating of the building. These mats consist in capillary tubes, ∅ 7 mm that are attached to the subsurface and then plastered.

Because of the large surface 3500 m^2 and the thickness of the earth layer 45 mm, spraying the 90 tons of earth was required. The earth mixture was sprayed in several layers from a silo mortar pump and finished with white earth plaster. The rounded walls of the central hall have also been plastered with earth.

In the Netherlands, the growing awareness of the mentioned environmental issues has contributed to an increase attention for sustainable construction. However, sustainable construction is currently still synonymous of CO_2-neutral, energy efficient and high insulation values. The Netherlands is well on their way to establish a National Database for construction materials. This database contains environmental details of most construction materials. Based on these data, several computer programs have been developed to map the total environmental impact of a building. These tools are increasingly used to reach a design with least environmental impact.

Based on Greencalc+ (1), the environmental impact of a utility building is caused by 80-85% energy; 15-20% material and 1% water (Kuijpers-Van Gaalen, 2009, p.8).

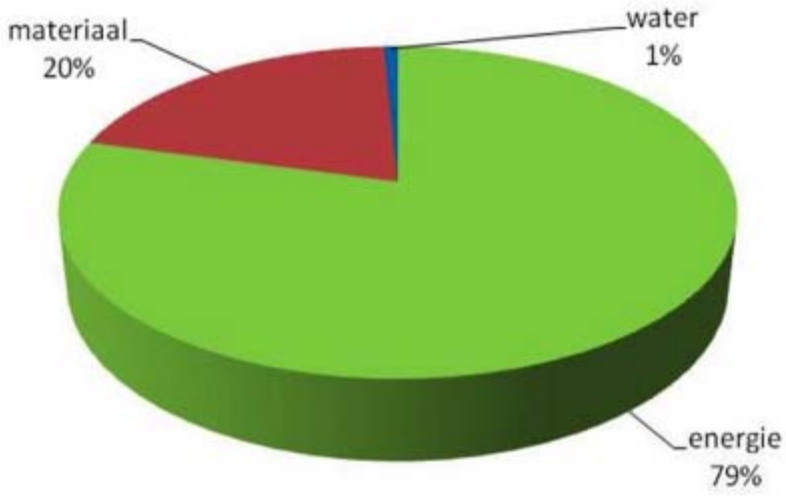


Fig. 3- Distribution environmental impact utility construction
(credits: Ieke Kuijpers-van Gaalen, 2009).

In the years to come, this will lead to designs that score really well with regard to energy efficiency that are easily measured and contribute greatly for the environment. There is also an increasing attention of the material aspect, in the design of energy efficient buildings. The fact is that in a zero emission-energy building, the environmental impact is mainly caused by the materials. This means that in the future, the use of materials that have the least environmental impact will be more important. This is namely the zero emission-material building, in which the environmental aspects of materials will be reduced and compensated (Haas, 2009). Then, earth material will achieve a very good score, which will lead to increase possibilities for the large scaled application of earth in the Netherlands.

4. FUTURE EARTH CONSTRUCTION

These developments offer good perspectives for the large scaled application of earth construction in the Netherlands. This means more earth plaster, in thicker layers but also on larger surfaces, insulation by means of wood-chip-earth and for instance, the application of compressed earth blocks for massive earth interior walls.

Another possibility of earth construction has been rammed earth. In the past years, a number of rammed earth smaller projects have been commissioned by several municipalities, architects and individuals. These are the case of some detached walls on a cemetery in Spijk, a chimney in a residence, a front desk in an architecture agency, the walls of an office in a factory hall, etc.



Fig. 4 – Rammed earth wall cemetery Spijk, the Netherlands (credits: Pieter Boer).

Rammed earth has several advantages, which makes it perfect for a zero emission-material building:

- Low energy requirement, mainly caused by transport;
- Zero/low emission (Keefe, 2009, p.4-6);
- Regional stock;
- Reuse material;
- Improving air quality: regulating internal relative humidity between 40-70% (Minke, 2009, p.16-17);
- High thermal mass contributes to passive energy management;
- Very decorative;
- Etc.

Rammed earth also has a number of disadvantages. It is sensitive to water, large amounts of earth are needed because of the work method and material properties, the relatively heavy labor conditions during production, the poor insulation values and the formwork determine the design (Walker et al., 2005, p. 10-16). This means that there are restrictions with regard to the application options.

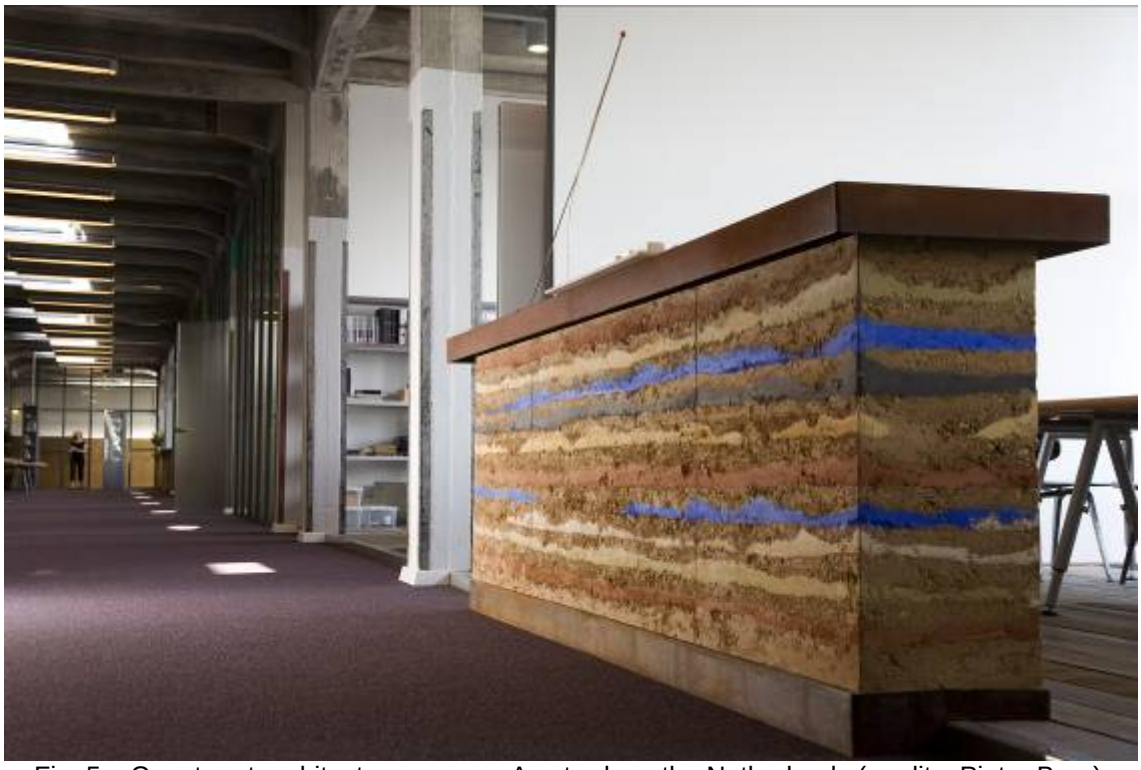


Fig. 5 – Counter at architecture agency, Amsterdam, the Netherlands (credits: Pieter Boer).



Fig. 6 – Office Amsterdam, the Netherlands (credits: Leemwerk).

The projects earlier mentioned, but mainly the considerations above were important to the choice and development of the rammed earth technique in the Netherlands. It was determined, as a main objective to actively bring rammed earth to the attention of architects, contractors, project developers and researchers as a full and professional use of consistent earth construction.

A condition for this ‘introduction’ to succeed is the fact that earth is regionally available and therefore has a limited transport distance. However, the earth that is available in the Netherlands is unsuitable for use as a ready made mixture, as it contains too much clay. Industrial mixing can optimize the composition. This is currently being researched by the TU Delft and Tierrafino BV. The different clay samples are tested for several properties, such as pressure and traction strength, shrinkage, tear forming and the usefulness of rammed earth.

The creation of prefab rammed earth is a second possibility. This makes it simpler for the labor intensive technique to fit into the tightly organized Dutch construction planning. It also makes it possible to work in the winter under controlled circumstances, meaning better labor conditions, which in turn will lead to a reduction in costs.

Two projects are planned for 2010 by *Leemwerk*. One is in the new town-hall of Coevorden, at the location where, according to excavations, the ramparts used to be located. A 15 meters wide, 8 meter high and 30 centimeter thick wall will be built in rammed earth. The second project is a '*Rammed earth shelter*' designed by interior architecture student Marianne Kruyt of the Royal Academy of Fine Arts in The Hague. The shelter of about 22m^2 will be constructed with local wood and earth. It will be located in woody Dutch nature. In this case, not just the exterior walls will be built in earth, but also the entire building, including floors on different levels will be built of rammed earth.

There is also interest by the *Leemwerk* Company to look for architects, technicians, manufacturers, universities and research institutions interested to develop collaborative research. For instance, in rammed earth walls with recycled concrete granulate addition, but also in possibilities to optimize the prefab method. This has a dual purpose: gaining more knowledge and promoting the technique. In this context, a symposium will be organized in September 2010 concerning the different modern earth construction techniques. *Leemwerk* is involved in the organization, to shape the technology and possibilities of rammed earth use.

Therefore, it is certainly expected for possibilities of earth construction to increase in the Netherlands in a near future. The ambition of *Leemwerk* is to play an active role in the development of a large-scale application of earth construction.

Bibliography

Haas, M. (2009). Intreerede: LCA - Jong*leren* met milieugetallen. TU Delft.

HHN (2009). Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwarier. Available at: http://www.zeeniveau.nl/laagdroog.html (Accessed 01/12/2009)

KNMI. (2009). Available at: http://www.knmi.nl/cms/content/29600/neerslaghoeveelheid (Accessed 03/12/09)

Kuijpers-Van Gaalen, I. (2009). GreenCalc+ en materialen. TU Delft.

Keefe, L. (2005). Earth building: methods and materials, repair and conservation. Taylor & Francis: London.

Minke, G. (2009). Building with earth: design and technology of a sustainable architecture. Basel: Birkhäuser.

Walker, P., Keable, R., Martin, J. and Maniatidis, V. (2005) Rammed earth: design and construction guidelines. BRE Bookshop: Watford.

Technea. (2009) Available at http://www.technea.nl/home/cat=182/nea.nl (Accessed 29/11/2009)

Notes
(1) Greencalc+: calculation program to map the total environmental impact of a building.

Curriculum
Charles Thuijls studied Environmental Health at the Agricultural University Wageningen, in Netherlands. He graduated in 1996, with an expertise in healthy construction and living: The use of natural materials at home in relation to the interior climate. Until 1999, Thuijls was employed abroad in several construction sites, specializing in earthen construction. In 1998, he founded his own company, *Euroleem*, dedicated to straw and earthen building. In 2007, he founded *Leemwerk*, for the advice and implementation of earthen construction projects.

A ALDEIA DA TRINDADE E A CONSTRUÇÃO EM TAIPA

Maria Eleonora Silva
Mestrado Integrado em Arquitectura do Instituto Superior Técnico (nível II de Bolonha)
Lisboa, Portugal
Tel. (+351) 964236277; E-mail: meleonorabs@gmail.com

João Vieira Caldas
Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa
Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: jcaldas@civil.ist.utl.pt

Tema 4: Arquitectura Vernácula e Contemporânea
Palavras-Chave: Taipa, Alentejo, Património

Resumo
A aldeia da Trindade, onde a taipa é o sistema construtivo tradicional mais utilizado, localiza-se no distrito e concelho de Beja. Situa-se a cerca de 15 km desta cidade, para sul-sudoeste, na margem esquerda da ribeira de Terges, um afluente do rio Guadiana.

A taipa é uma técnica de construção em terra crua usada em quase todo o mundo. Em Portugal tem uma presença particularmente significativa na arquitectura tradicional do Alentejo. O uso franco da técnica nesta extensa região deu origem a inúmeras variantes de lugar para lugar, em função da tipologia da arquitectura rural, das características do solo, da tradição do sítio e do taipeiro (Rocha, 2005, p.22). Na zona de Beja verifica-se uma utilização maciça da taipa na arquitectura vernácula.

O grande interesse pela arquitectura em terra, na actualidade, é motivado, em grande parte, pelas vantagens ecológicas e económicas do material de construção. No que se refere ao presente caso de estudo, o interesse pela sustentabilidade da construção em taipa alia-se ao valor patrimonial da correspondente arquitectura vernácula. A construção tradicional transmite a perpetuação de um saber, sendo a expressão da tradição e da técnica empírica de um lugar (Teixeira e Belém, 1998, p.9). A análise focada num caso de estudo com a dimensão de uma pequena aldeia, permite desenvolver o conhecimento da construção ao nível local e promove a afirmação do seu património construído.

A selecção desta aldeia resultou de uma primeira prospecção fotográfica das aldeias do concelho de Beja, tendo em conta a constituição dos terrenos (com base na Carta Geológica de Portugal) e a extensão dos aglomerados urbanos (analisados a partir das fotografias aéreas), tendo-se procurado uma povoação cujas dimensões reduzidas facilitassem o estudo e caracterização de todo o seu edificado num curto período. A aldeia da Trindade apresentava-se com a dimensão ideal, com a vantagem de possuir uma estrutura urbana simples, clara e contida, onde os edifícios, embora com estados de conservação muito diversos, são maioritariamente construídos em taipa.

O sistema construtivo predominante na aldeia da Trindade é parte integrante do seu património cultural. No entanto, a valorização deste património tem de passar pela adaptação eficaz das edificações às necessidades dos dias de hoje.

O objectivo da presente comunicação é dar a conhecer a situação actual do património construído em taipa da aldeia da Trindade e apresentar propostas de acção capazes de valorizar este aglomerado garantindo a salvaguarda da sua tradição construtiva. A técnica tradicional da taipa

perpetua hoje o conhecimento de ontem mas pode dar também um contributo importante para a arquitectura bioclimática do futuro.

1. APRESENTAÇÃO

A aldeia da Trindade organiza-se em função de duas ruas estruturantes, compridas e paralelas entre si, com uma pequena transversal aproximadamente a meio, por sua vez interrompida pela Igreja da Santíssima Trindade. A igreja é o edifício de excepção e o centro físico da aldeia. O aglomerado urbano é envolvido e limitado pelas “ruas de trás”, de onde se avistam os campos agrícolas. Muito próximo, do lado noroeste, corre o muro de taipa da grande propriedade conhecida por Monte da Chaminé, cuja actividade económica esteve intimamente relacionada com a existência da própria aldeia até meados do século XX.

Ernesto Veiga de Oliveira e Fernando Galhano (1994, p.159) fazem referência à formação das aldeias alentejanas a partir da fixação dos trabalhadores rurais assalariados (os ganhões ou ganadeiros) que, à semelhança do que se verificou neste aglomerado urbano, cresciam cercadas por terrenos agrícolas directamente relacionados com o seu desenvolvimento. A aldeia da Trindade foi, pelo menos durante largas décadas do séc. XX (até onde chega a memória dos moradores), a residência dos trabalhadores do Monte da Chaminé, principal fonte de sustento da povoação. Assim, à semelhança de muitos outros pequenos aglomerados urbanos do Alentejo, esta aldeia terá vivido na dependência do trabalho agrícola no latifúndio.

Com base nos resultados dos censos realizados entre 1981 e 2001 verifica-se que a freguesia tem vindo a perder população, uma perda motivada principalmente pela falta de emprego. Todavia, o estudo comparado das fotografias aéreas da aldeia da Trindade dos últimos cinquenta anos (1958, 1970, 1988 e 2009) revela apenas alterações pontuais e sem grande significado no conjunto urbano. O edificado mantém-se quase inalterado, com a presença constante das mesmas ruas e, a circunscrevê-lo, os campos cultivados e o núcleo murado do Monte da Chaminé. As principais alterações ao longo das últimas cinco décadas foram, de facto, a ocupação dos logradouros com construções sem qualidade e a elevação pontual de edifícios de segundos pisos.



Fig.1 – Mapa e fotografia aérea da aldeia da Trindade, Alentejo – Concelho de Beja (créditos: Eleonora Silva, baseado em imagens do Google Earth).



Fig.2 – Fotografias aéreas da aldeia da Trindade respectivamente 1958, 1970, 1988, 2009 (Créditos: Instituto Geográfico Português, Instituto Geográfico do Exército Português e Google Earth).

2. HISTÓRIA

A informação histórica sobre a aldeia da Trindade é muito reduzida. A primeira referência documental data de 1534, quando a Igreja da Santíssima Trindade recebe a visita de D. Afonso, cardeal-infante e bispo de Évora (Silva, 1998). Em 1758, de acordo com as Memórias Paroquiais viviam na Freguesia da Trindade 330 pessoas de crisma, distribuídas por 90 habitações, dez das quais moravam junto da igreja (Silva, 1998, p.41).

Sendo a origem desta aldeia desconhecida, a análise da sua estrutura urbana, baseada no levantamento de campo e no estudo da cartografia e da fotografia aérea do aglomerado que chegou à segunda metade do século XX, aponta para uma génese medieval. De facto, foram encontradas várias semelhanças entre a aldeia da Trindade e alguns dos mais característicos aglomerados urbanos medievais (dos séculos XII a XIV) tal como os apresentam Teixeira e Valla: "(...) *consistem num conjunto de quarteirões de forma alongada, cada um deles constituído por uma sucessão de estreitos lotes urbanos paralelos uns aos outros e orientados no mesmo sentido, com uma frente para a rua principal e outra para a rua das traseiras*" (1999, p.26). Perto do meio da rua principal destes aglomerados, abria-se desde a origem ou surgiu mais tarde um largo onde se localizaram os edifícios institucionais mais importantes (Teixeira e Valla, 1999, pp.26-27). Em Monsaraz, por exemplo, é nesse largo (pouco mais que um alargamento da rua) que se encontram a igreja e os outros edifícios públicos. Na aldeia da Trindade, esse espaço corresponde a um cruzamento alargado cujo centro é ocupado pela igreja.

A reforçar a ideia da génese medieval da aldeia da Trindade está a origem do seu nome. Hermann Lautensach refere a importância da toponímia na identificação da origem dos lugares. A toponímia presente no Alentejo meridional é *"(…) fortemente marcada pela reconquista: aparecimento muito frequente de nomes de santos ou referentes ao culto cristão (…)"* (Lautensach *et al*, 1991a, p.848).

3. CARACTERIZAÇÃO TIPOLÓGICA E CONSTRUTIVA

A caracterização do edificado em taipa da aldeia da Trindade baseou-se no levantamento de quarenta e um edifícios efectuado durante o trabalho de campo. A selecção realizada, que pretende ser representativa, corresponde aproximadamente a um terço do total dos edifícios existentes. Abrange todas as ruas da povoação, os diferentes estados de conservação e tipos de uso, tendo estado, no entanto, sempre sujeita à disponibilidade da população residente.

A habitação existente tem, muitas vezes, dimensões reduzidas e/ou uma organização interior desfasada do modo de viver actual. Devido à falta de espaço destas construções

estreitas e compridas, aumenta-se a cércea, elevando-se também a cumeeira para poder construir-se um sótão ou mesmo um andar recuado.

A partir do levantamento de campo dos edifícios de habitação (trinta e cinco edifícios dos quarenta e um inventariados) elaborou-se uma tipologia baseada na sua organização espaço-funcional. Claro que a evolução dos modos de habitar que originou a construção de um segundo piso, o avanço das construções sobre os quintais, a construção junto à "rua de trás" (onde antes só se viam os muros e as portas dos quintais) e, até, a ligação entre compartimentos de lotes contíguos, deu origem a novas soluções tipológicas que dificilmente se inserem na tipologia de base. No entanto, a partir da informação oral dos residentes, conclui-se que todas as habitações terão partido da mesma base tipológica. Da conjugação destas informações com os dados do levantamento efectuado, que incluiu também a análise de fogos praticamente inalterados, identificam-se quatro tipos habitacionais ordenados num grau crescente de dimensão e complexidade, ainda que os dois primeiros tipos possam ter resultado da segmentação do terceiro.

Todas as habitações eram, originalmente, de um só piso e são contíguas, ocupando cerca de metade da área do lote e virando a frente para uma rua principal. O quintal, que ocupava a área restante, nas traseiras, comunicava directamente com a "rua de trás", ou, caso estivesse num dos quarteirões axiais, com o segmento menos importante de uma das ruas principais. As habitações com dois compartimentos à largura e sem corredor, integradas no Tipo 3, eram, no passado, em maior número, porque, antes do fenómeno de ampliação dos fogos atrás descrito (decorrente de uma maior exigência das condições de habitabilidade), já tinha havido, em muitos deles, uma cisão pela parede longitudinal.

Esta conclusão baseia-se na informação oral e no levantamento, uma vez que se assiste, com frequência, a uma diferenciação assimétrica em edifícios contíguos (geralmente as duas fiadas de compartimentos das casas primitivas tinham larguras diferentes), correspondendo o Tipo 1 ao lado mais estreito do Tipo 3 e o Tipo 2 ao menos estreito. Não havendo terreno disponível para a expansão do aglomerado — problema que ainda hoje persiste — e, enquanto o trabalho do campo no Monte da Chaminé foi fonte de sustento para as famílias da aldeia, assistiu-se à divisão das habitações de origem. Geralmente essa divisão resultava da necessidade de dar casa aos filhos quando estes constituíam família.

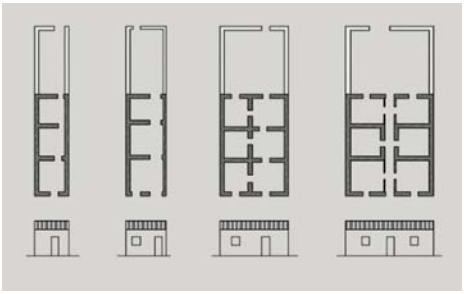


Fig.3 – Esquema de organização dos quatro tipos habitacionais presentes na aldeia da Trindade (Crédito: Eleonora Silva).

O Tipo 1 agrupa os fogos mais estreitos resultantes dessa subdivisão, correspondentes a habitações com cerca de três metros de largura e três compartimentos sucessivos seguidos do quintal. São as habitações de pior qualidade, não só pelas menores dimensões mas porque a luz natural só entra nos extremos destas edificações compridas

e estreitas pelos reduzidos postigos das portas das fachadas principal e traseira.

O Tipo 2 agrupa as habitações correspondentes à fiada mais larga de compartimentos resultante da subdivisão do Tipo 3. A luz natural entra não só pelos “postigos” mas também por uma pequena janela da fachada principal. A proporção do rectângulo do lote é aqui mais favorável ao desenvolvimento independente das funções privadas da habitação, tornando-se, por vezes, quase uma réplica do Tipo 3, mas mais estreita. Outras vezes, estas habitações organizam-se, tal como as do Tipo 1, numa simples sucessão de três compartimentos contíguos e quintal.

Nos Tipos 3 e 4, em que os lotes actuais coincidem com o lote de origem, há, apesar de tudo, melhores condições de iluminação. As fachadas principais têm, por norma, pelo menos uma janela, frequentemente duas, e a proporção do lote permite uma organização interna mais equilibrada, se bem que nos limites de um rectângulo ainda relativamente comprido e estreito e com compartimentos interiores.

No Tipo 3, a existência de duas fiadas paralelas de compartimentos, uma susceptível de ser percorrida da frente ao tardoz através de vãos de porta, outra com compartimentos acessíveis apenas lateralmente através da primeira, permite fazer uma distinção entre espaço social e privado. Os espaços cerrados por parede e porta correspondem a uma função mais privada (quartos, por exemplo) e os compartimentos que funcionam como espaço de atravessamento assumem valências mais sociais (como sala ou cozinha).

No Tipo 4, a circulação aparece separada das restantes funções sob a forma de um corredor axial que distribui simetricamente para as duas fiadas de compartimentos. Dadas a sua organização espacial mais elaborada e a sua localização no aglomerado, conclui-se que as habitações deste tipo são as mais recentes da aldeia o que, aliás, as fontes orais confirmam.

A localização da cozinha parece ser um factor transversal aos tipos arquitectónicos habitacionais da aldeia da Trindade. Situar-se-ia, em todos eles, como acontece ainda nas habitações pouco transformadas, num compartimento oposto ao da entrada e junto ao quintal. Com as frequentes ampliações nas traseiras, a cozinha manteve-se na primitiva posição, que corresponde, geralmente, à actual “casa do meio”. Continua, assim, a ser o terceiro compartimento a contar da entrada principal.

A necessidade de ampliar habitações dá também origem à construção de segundos pisos que cobrem apenas uma pequena área dos pisos térreos e que aparecem pontualmente em todos os tipos à excepção do Tipo 4. Por norma, aproveita-se a zona de maior pé-direito para a inserção de mais um quarto. Em situações extremas constrói-se uma laje de betão, mas o mais vulgar é montar-se um pavimento tradicional, em madeira.

A aldeia localiza-se num cabeço natural que dá origem a pequenos desníveis no interior das habitações, vencidos por meio de degraus situados nas passagens entre compartimentos. Se, por um lado, são um obstáculo ao habitar quotidiano duma população envelhecida, como é a desta aldeia, por outro são elementos de uma plasticidade notável que contribui para valorizar o carácter desta arquitectura vernácula.
O quintal, que outrora era vivido e tinha um papel fundamental na função habitar, é, actualmente, tratado como um espaço sobrante. Os muros que o circunscrevem sobem com a ampliação da própria habitação ou da habitação vizinha. É no quintal que se edifica a instalação sanitária, o anexo para os arrumos ou para a máquina de lavar roupa e o

espaço coberto para a lenha, quase sempre construções sem qualidade e sem qualquer articulação funcional com o interior da habitação.

Curiosamente, os edifícios não habitacionais têm características tipológicas similares às da habitação de Tipo 4. É o caso dos edifícios do Clube Desportivo e da actual Junta de Freguesia. Este último, no entanto, apresenta particularidades na distribuição interior, nos vãos exteriores e na proporção do lote, fruto da sua localização isolada e da sua construção posterior às restantes edificações da aldeia.

O edifício da antiga Junta de Freguesia, na Rua do Calvário, que teria sido construído nos anos 50 para instalar a primeira escola primária da aldeia, corresponde a uma edificação de maiores dimensões que amplia lateralmente o Tipo 4.



Fig.4 – Igreja da Santíssima da Trindade, fotografia do levantamento (Crédito: Eleonora Silva).

Afastam-se claramente da tipologia habitacional a Igreja da Santíssima Trindade, implantada isoladamente no centro do aglomerado, a antiga fábrica de moagem, situada na Travessa da Fábrica (que não foi analisada por não ter havido permissão do proprietário) e a edificação conhecida por “adega”, situada também na Rua do Calvário. Esta última salienta-se pelo pé-direito superior ao comum e por ser constituída por quatro espaços abertos entre si por meio de grandes arcos. Nas paredes que os suportam há reentrâncias especialmente desenhadas para apoiar talhões.

Todos estes edifícios são maioritariamente construídos em taipa, como se infere da informação oral dos residentes, da espessura das paredes e se confirma pelas diversas patologias encontradas. Mas só se conseguiu determinar as características técnicas da taipa a partir da análise dos edifícios em mau estado ou ruína, uma vez que o estado de conservação médio e bom de grande parte das construções do aglomerado garante a presença de revestimentos e acabamentos.



Fig.5 – Exemplos de taipa na aldeia da Trindade, fotografias do levantamento
(Crédito: Eleonora Silva)

Tanto as paredes exteriores como as interiores são, por norma, de taipa. No entanto,

foram encontrados casos pontuais de paredes não estruturais em adobe. A presença do adobe corresponde às habitações de Tipo 4 e algumas do Tipo 3, tendo sido encontrado sobretudo nas habitações mais recentes. Segundo as informações da população, as décadas de maior crescimento demográfico da aldeia coincidiram com o aumento do trabalho no Monte da Chaminé, durante a primeira metade do séc. XX. Nessa época, muitas famílias de montes próximos, situados junto da Ribeira de Terges, migraram para a aldeia. Na construção desses montes era usado o adobe feito a partir dos barros da ribeira. Assim, poder-se-á considerar a hipótese de terem sido as famílias migrantes a desenvolver esta forma de construir.

4. DIAGNÓSTICO CONCLUSIVO E PROPOSTAS PARA A SALVAGUARDA DA ALDEIA DA TRINDADE

O estudo da arquitectura tradicional da aldeia da Trindade leva a concluir que a taipa foi, até há bem pouco tempo, o sistema de construção por excelência nesta aldeia. A conservação da arquitectura de terra passa, em grande parte, pelos cuidados contínuos de manutenção que só podem ser garantidos com a sua efectiva utilização. O caminho para a salvaguarda deste património, de modo a assegurar o seu futuro, implica adequá-lo às necessidades contemporâneas de habitar. Em simultâneo, deve haver uma preocupação ao nível da imagem urbana trabalhando-se o desenho de conjunto com preservação dos revestimentos tradicionais.

A situação actual da edificação na aldeia inclui processos construtivos mais recentes, muitas vezes falhos de qualidade e descaracterizadores face aos usados tradicionalmente. Muitas destas soluções construtivas desvalorizam o conjunto urbano. À parte os edifícios completamente descaracterizados, as principais alterações exteriores identificadas são: os novos revestimentos das fachadas, a construção avulsa de um segundo piso ou de um andar recuado e uma acentuada degradação das “ruas de trás”. Estas ruas são, francamente, as mais descaracterizadas, uma vez que os muros dos lotes foram subidos e as portas substituídas por portões de garagem, configurando alçados desqualificados virados ao exterior do aglomerado.

No que respeita às alterações dos revestimentos de fachada, assinalam-se as faixas capeadas a pedra, o uso de tintas plásticas ou, numa abordagem mais intrusiva, as fachadas de azulejo. Estes revestimentos provocam não só uma desvalorização estética do conjunto urbano, mas também patologias nas paredes de taipa. Desta forma, considera-se conveniente a sua substituição por revestimentos compatíveis com a construção tradicional.

O interior das habitações terá sido, em resultado da própria evolução do modo de habitar, o que sofreu mais alterações que descaracterizam a arquitectura de taipa da aldeia. Pontualmente verifica-se a destruição de algumas paredes interiores para aumentar a área da sala, solução que cria problemas estruturais significativos a médio prazo.

As habitações têm, normalmente, uma instalação sanitária. No entanto, esta não se encontra articulada com o restante espaço habitacional, sendo muitas vezes um compartimento sem qualidade construtiva implantado no quintal e afastado da habitação. Este aspecto é importante para o estudo da salvaguarda destas construções, tornando-se essencial saber integrar as instalações sanitárias no corpo principal da habitação e saber articular as canalizações no interior das construções em taipa.

A utilização de revestimentos impermeáveis na casa de banho e na cozinha criam patologias por serem aplicados directamente sobre as paredes de taipa. Neste sentido torna-se importante dar a conhecer aos utilizadores destas construções as características técnicas da taipa, pois a aplicação de novos materiais deve ser feita numa lógica de compatibilidade e reversibilidade.

Frequentemente as coberturas são substituídas por lajes de betão armado. Estas soluções criam danos estruturais graves nas paredes de taipa, sendo imprescindível pensar num reforço estrutural das mesmas. A consequente eliminação das estruturas e forros de madeira reduz a ventilação no interior das habitações e desencadeia novas patologias na taipa.

Os tipos arquitectónicos tradicionais não são estáticos, pelo que tem de se aceitar que o seu processo evolutivo não estagnou. De facto, a única maneira de as edificações existentes poderem competir com as edificações novas é através de processos de reabilitação (Fonseca, 2007, p.124). A construção de um segundo piso pode melhorar as condições da habitação, algumas vezes precárias quanto ao espaço e à luz. Algumas habitações chegam ser apenas corredores sombrios que resultam da divisão das casas iniciais (habitações de Tipo 1 e de Tipo 2). No entanto, as ampliações em altura, embora respondam a necessidades da época em que vivemos, deveriam ser executadas respeitando os tipos habitacionais em que se inserem.

Para a concretização da salvaguarda propõe-se, com base no trabalho de campo e nas conclusões retiradas do tratamento de dados, quatro linhas de acção orientadoras da conservação e desenvolvimento da aldeia.

4.1. A valorização do conjunto da aldeia a partir do redesenho dos alçados descaracterizados das “ruas de trás”

A estas ruas dos pequenos conjuntos urbanos alentejanos cabe delimitar a aldeia. Do lado de lá da rua encontram-se os campos agrícolas. Desta forma, as traseiras das habitações marcam a paisagem, traçando a imagem da aldeia. A importância visual de conjunto da periferia da aldeia da Trindade está actualmente secundarizada devido à expressão descuidada das necessidades funcionais das traseiras das habitações. Estas traseiras são espaços despretensiosos, que respondem, independentes entre si, a cada célula habitacional. Considera-se que, para a requalificação das “ruas de trás”, seria importante o redesenho de alçado conjunto, a partir de regras que definissem a localização dos vãos e a altura dos muros, num exercício em que se poderia utilizar a taipa como forma de construir contemporânea.

4.2. A ampliação dos fogos com um piso superior

Ao observar o desnível entre as ruas da periferia e as ruas centrais da aldeia, bem como a evolução das habitações em corte, pode encontrar-se uma solução para a criação dum segundo piso sem grande penalização para o perfil das ruas, uma vez que se pode aproveitar o desnível para a criação do piso superior. Por outro lado, se, no redesenho das “ruas de trás”, se tivesse em consideração o aumento da cércea, poder-se-ia criar um desenvolvimento dos tipos de habitação sem prejuízo para a imagem de conjunto.

Se, por um lado, é um dever preservar o perfil destas ruas, não menos importante é garantir o uso destas construções, pelas razões já indicadas. Em suma, considera-se que o desenho dum segundo piso deve ser pensado não só em função das várias células habitacionais, como também em função dos alçados conjuntos da aldeia. Neste sentido,

poder-se-ia indicar que a altura máxima não deveria ultrapassar a altura mínima eficaz para obter o pé-direito suficiente ao desenvolvimento da função habitar em dois pisos, de onde resultam fachadas posteriores mais altas, preferencialmente afastadas do muro do quintal, com manutenção da cércea nas ruas principais.

4.3. A introdução da instalação sanitária no interior das habitações

Como já foi referido, a instalação sanitária está implantada, normalmente, no espaço exterior da habitação. A sua inserção no interior da habitação parece ser imprescindível para a adequação deste compartimento a uma exigência mínima de conforto. A utilização, para tal, de um dos compartimentos do meio, sem luz natural, pode ser uma solução. De preferência um dos que ficam ao lado da cozinha, para centralizar ao máximo as redes de águas e esgotos e controlar a presença da água no interior da habitação. No entanto, uma vez que se trata de uma construção em terra, deve ter-se ainda em consideração que as canalizações devem estar acessíveis e não introduzidas no interior das paredes, uma vez que a execução de roços nas paredes de taipa é totalmente desaconselhável. No caso de não se querer ter as canalizações à vista, deve construir-se uma parede dupla, ou falsa, que as esconda, podendo suportar um revestimento lavável e onde também se pode apoiar ou suspender as loiças sanitárias (Fonseca, 2007, p.134-135).

Na hipótese de uma casa de banho interior, sobre a qual ainda pode haver um segundo piso, fica por resolver o problema da ventilação. Assim, deve prever-se a instalação de um tecto falso com grelha de ventilação.

4.4. A introdução de luz e ventilação natural nos compartimentos interiores

Conforme se pôde verificar pela análise das habitações tipo, a organização do edificado da aldeia assenta numa sucessão de lotes estreitos e compridos, de onde resulta a existência de compartimentos interiores pouco ventilados e sem iluminação natural em todas as habitações do aglomerado. Este factor reduz a salubridade e o conforto nesse tipo de compartimentos, estando na origem de uma das principais acções práticas a considerar para a salvaguarda deste núcleo urbano. As intervenções podem passar por soluções mais ou menos intrusivas, desde a introdução de iluminação a partir de clarabóias à criação de pátios interiores, passando pela alteração da função de quarto interior para, por exemplo, instalação sanitária, arrecadação ou escada de acesso ao piso superior.

A reabilitação das habitações (e dos outros edifícios) só será possível com a fixação da população na aldeia. O que poderá atrair novos habitantes e travar a emigração para os grandes centros? A criação de postos de trabalho? O desenvolvimento do turismo rural nesta zona? O estudo efectuado sobre esta aldeia é apenas um exemplo da necessidade imperativa de reflectir sobre o futuro do património em taipa do Alentejo, tendo em conta o contexto sócio-económico.

Bibliografia

George, F., Gomes, A. A. e Antunes A. M. (1961). *Arquitectura Popular em Portugal*, 1ª edição. Lisboa: Sindicato Nacional dos Arquitectos. Zona 5, Vol. II., pp. 123-239.

Correia, M. (2007). *Taipa no Alentejo*. Lisboa: Argumentum.

Dethier, J. (ed.) (1993). *Arquitecturas em terra ou o futuro de uma tradição milenar*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Fonseca, I. (2007). *A arquitectura de terra em Avis*. Lisboa: Argumentum.

Lopes, F. e Correia, M. B. (2004). Carta sobre o património construído vernáculo. *Património arquitectónico e arqueológico: cartas, recomendações e convenções internacionais.* Lisboa: Livros Horizonte.

Oliveira, E. V. e Galhano, F. (1994). *Arquitectura tradicional portuguesa,* 2ªedição. Lisboa: Dom Quixote.

Lautensach, H., Ribeiro, O. e Daveau, S. (1987). *Geografia de Portugal*. Vol. I (A Posição Geográfica e o Território). Lisboa: Sá da Costa.

Lautensach, H., Ribeiro, O. e Daveau, S. (1991a). *Geografia de Portugal*. Vol. III (O Povo Português). Lisboa: Sá da Costa.

Lautensach, H., Ribeiro, O. e Daveau, S. (1991b). *Geografia de Portugal*. Vol. IV (A Vida Económica e Social). Lisboa: Sá da Costa.

Rocha, M. (2005). Taipa na arquitectura tradicional: técnica construtiva. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, pp.22-26.

Silva, I. (coord. ed.) (1998). *Dicionário Enciclopédico das Freguesias*, Vol IV. Matosinhos: Minha Terra.

Teixeira, G. B. e Belém, M. C. (1998). *Diálogos de edificação. Técnicas tradicionais de construção*. Porto: CRAT.

Teixeira, M. C., Valla, M. (1999). *O Urbanismo Português sec. XII-XVIII. Portugal-Brasil*. Lisboa: Livros Horizonte.

Torres, C. e Macias, S. (1998). *O legado islâmico em Portugal*. Lisboa: Círculo de Leitores.

Notas

(1) Este artigo apresenta os principais resultados de uma dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura do Instituto Superior Técnico (nível II de Bolonha), com a orientação do Professor Doutor João Vieira Caldas. A dissertação foi discutida no Instituto Superior Técnico no dia 9 de Dezembro de 2009 e encontra-se publicada digitalmente na website do Instituto Superior Técnico (https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/576619/1/50331.pdf).

Curriculum

Maria Eleonora Silva, Licenciada em Arquitectura (Nível I de Bolonha, IST/UTL, 2007), Mestre em Arquitectura (Nível II de Bolonha, IST/UTL, 2009).

João Vieira Caldas, Arquitecto (ESBAL, 1977), Mestre em História de Arte (FCSH-UNL, 1988), Doutor em Arquitectura (IST-UTL, 2007). A sua actividade dividiu-se entre a prática da arquitectura, o ensino, a investigação e a crítica. Actualmente é professor de arquitectura no IST e dedica-se à investigação no quadro do ICIST. Tem trabalhos publicados sobretudo nas áreas do património construído, da arquitectura portuguesa do século XX e da história da construção e da habitação (urbana ou rural, erudita e vernácula).

A FASE DE TRANSIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CONTEMPORÂNEO DO MOVIMENTO MODERNO

Alice Ruano, Aníbal Costa, Humberto Varum
Av. Dr. Lourenço Peixinho, 98 2ºEsq, 3810 – 152 Aveiro
Telm.(+ 351)962931067; E-mail: alice.ruano@gmail.com
Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro
Tel. (+351)234370049; E-mail: agc@ua.pt, hvarum@ua.pt

Tema 4: Arquitectura vernácula e contemporânea.
Palavras-chave: Construção de adobe, tecnologias de construção, betão armado.

Resumo
O enfoque crescente no interesse por construções sustentáveis e pela reabilitação de edifícios como meio de preservação da cultura e identidade dos lugares torna premente o conhecimento dos processos de construção dos edifícios antigos. Considerando que, para além da arquitectura vernacular com o sistema construtivo de adobe, se observa a utilização desse material em projectos associados ao início do Movimento Moderno, interessa caracterizar essa fase de transição, para garantir uma base de análise adequada à preservação desses testemunhos da nossa História da Arquitectura Contemporânea.

Assim, procedeu-se à selecção de uma área da Beira Litoral, pela forte implantação do adobe na mesma, que servisse como amostragem ou ponto de partida da análise, seleccionando-se a cidade de Ílhavo e dentro desta, o centro antigo, as áreas turísticas das praias da Costa Nova e da Barra. Construiu-se uma base de dados através da recolha de informação em 240 processos de licenciamento de obras particulares, do arquivo da Câmara Municipal de Ílhavo, da análise e registo fotográfico do edificado das zonas circunscritas, da informação do espólio da Fábrica de Porcelanas da Vista Alegre e ainda de particulares (Ruano, 2009). Adoptou-se para esta análise o período de 1944 a 1960, por ser neste que se encontra a mais forte adesão ao Movimento Moderno em Portugal. Procedeu-se igualmente a incursões noutros períodos e noutras áreas limítrofes para aferição comparativa das conclusões que se foram obtendo.

Apresentam-se assim as diferentes tipologias construtivas associadas ao adobe ou aos novos materiais – tijolo e betão – com utilização simultânea, condicionadores da adopção de novas linguagens de arquitectura, na área objecto de estudo.

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de edifícios deve ser entendida como uma medida fundamental para a preservação da memória colectiva de um povo e de uma região. Por outro lado a procura de construções sustentáveis leva a que se renove o interesse pela procura de materiais naturais, que não ponham em causa a sustentabilidade do planeta. Neste sentido a reabilitação do património edificado no Distrito de Aveiro e neste caso de estudo, a Cidade de Ílhavo e dentro desta, o centro antigo e as áreas turísticas das praias da Costa Nova e da Barra, figura 1, pelas suas características construtivas enquadra-se, completamente, dentro destas medidas.



Figura 1 – Vista aérea da cidade de Ílhavo, praias da Costa Nova e da Barra

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL DE ADOBE

Considera-se necessária a caracterização do sistema tradicional da região, para melhor compreensão das mudanças construtivas no período de transição para a adopção do betão armado.

A execução do tijolo de adobe já é amplamente conhecida pelo que se irá abordar apenas o sistema onde este se insere. Embora a terra fosse um material de fácil acesso para os ilhavenses, sendo muitas vezes retirada do próprio terreno onde se localizava a construção da habitação, o que permite calcular a quantidade de terra utilizada pela volumetria do poço criado, existiam igualmente fornecedores locais do adobe que o vendiam para as construções e para os arruamentos, fazendo a distinção entre adobes de muros e adobes de construção. A laboração deste era pelas condições atmosféricas uma actividade sazonal, factor este condicionador da longevidade da sua utilização.

O adobe apresenta-se, ao contrário do que é amplamente difundido, em edifícios de todas as classes sociais, em estruturas públicas e privadas, desde igrejas a teatros, em habitações, em muros, poços e demais estruturas (figuras 2, 3 e 4). O que deveria comprovar não só o reconhecimento dos próprios promotores da suficiência do mesmo, mas também um forte sentido prático que soube aproveitar os recursos e a mão-de-obra locais, como forma de coesão social e desenvolvimento local.



Figura 2. Parede de adobe



Figura 3. Habitação – Ílhavo



Figura 4. Fáb. Porcelanas Vista Alegre

As dimensões dos adobes variam de região para região e podem ainda variar na própria construção, dependendo da zona de aplicação na mesma. As paredes interiores são normalmente de tabique, embora possam ser de adobe para construções de maior largura, funcionando muitas vezes como paredes estruturais interiores. Verifica-se igualmente que as construções mais antigas possuem paredes de adobe de maior espessura (por vezes o dobro) que as de meados do século XX e algumas utilizam igualmente a pedra de Eirol.

A estrutura de composição dos espaços e das fachadas estava condicionada à métrica do próprio adobe, pelo que existe uma regularidade em termos dimensionais das diferentes construções correntes de habitação. O sistema está intimamente associado a uma estrutura de madeira aplicada quer para pisos, quer para apoio da cobertura de telha cerâmica. A estrutura de madeira, normalmente de pinho, é encastrada na parede, tendo por vezes uma base de lajetas de cerâmica na zona do apoio. Tal conferia maior resistência a essas áreas.

Os tipos de estruturas de madeira de apoio à cobertura mais utilizados relacionam-se com a dimensão dos vãos a vencer e as alturas pretendidas de pé-direito, consoante o tipo de utilização a dar ao sótão (habitável ou não) e no caso de este existir.

O sistema construtivo tradicional encontrado (figura 5) caracteriza-se por uma estrutura de paredes resistentes, executadas em alvenaria de adobe, com fundações no mesmo material, a profundidades variáveis consoante a capacidade de carga do solo de implantação. As fundações são contínuas, quer para o apoio das paredes exteriores quer para o das interiores. Podem ainda ter associado outros materiais como o tijolo ou a pedra. Elevam-se acima do solo em média 0,50 m. Forma-se assim, uma caixa-de-ar que permite a ventilação da base das paredes e do soalho de madeira, permitindo a sua rápida secagem e dessa forma conferindo maior durabilidade das madeiras e dificultando o aparecimento de humidades ascensionais. A ventilação é garantida por “gateiras” que se encontram em paredes opostas. No caso de existirem paredes-mestras no interior, que normalmente se orientam no sentido longitudinal do edifício, são interrompidas em alguns pontos para permitir a ventilação entre os dois ou mais sectores. As construções mais cuidadas possuem impermeabilização desde as fundações até uma altura mínima acima do solo de 0,20 m, sendo normal o barramento betuminoso em toda a altura da sanca do embasamento. Este pode ser à base de alcatrão, servindo ainda para impermeabilizar a base da fundação onde assenta a parede.

Um material adoptado de forma constante nas construções de adobe para além da madeira é a cerâmica. Surge na formação dos arcos dos vãos, passando por uma utilização como elemento de transição entre materiais - adobe/madeira (figuras 6, 7 e 8). Trata-se da utilização de lamelas de 2 cm de espessura que são igualmente aplicadas para conferir maior resistência nas zonas do embasamento ou em zonas identificadas como frágeis – área inferior dos cunhais, ombreiras das janelas e portas e para reforço e confinamento dos elementos de madeira ou metal de fixação de portas, janelas, portões ou elementos singulares da fachada. Obtinha-se dessa forma maior resistência nas zonas identificadas como sujeitas a maior desgaste, decorrente das vibrações provocadas pelo funcionamento normal dos mesmos ou com maior propensão para a fissuração pela sua geometria Esta aplicação de peças de cerâmica mais delgadas vem também substituir a colocação transversal do adobe na cimalha projectada, procedendo-se a uma sobreposição de diferentes camadas de lamelas de cerâmica, em sistema que se associa ao recorte da cimalha e consegue dessa forma uma base projectada para fora do plano da fachada, para as telhas cerâmicas, normalmente de canudo.

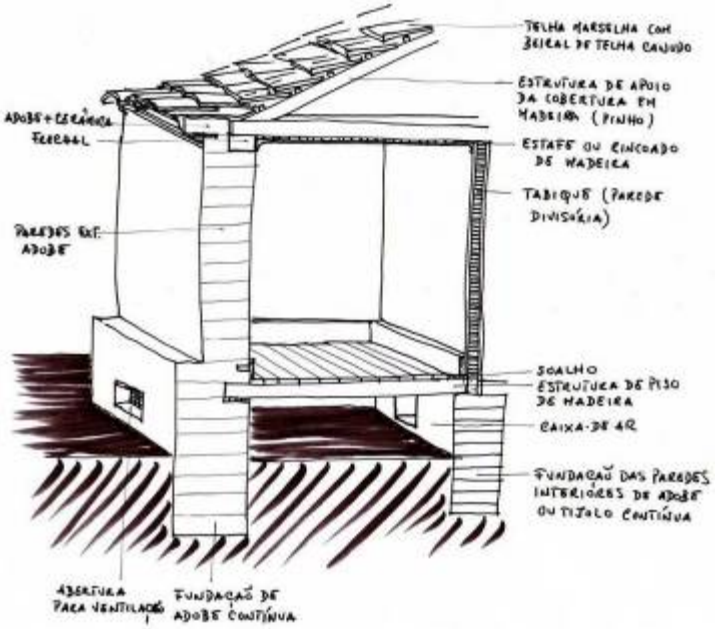


Figura 5. Esquema de sistema construtivo tradicional de adobe – A



Figura 6. Arco em lamelas de cerâmica



Figura 7. Janela



Figura 8. Beiral com projecção de tijolo

Dada a natureza do adobe, a colocação dos vãos na fachada era apoiada por peças de madeira encastradas na alvenaria e colocadas na montagem desta, para servirem de elementos de fixação do aro (figuras 9 e 10). Verifica-se igualmente a utilização de peças cerâmicas, lajetas ou cacos de telhas canudo no espaço de transição entre a madeira e o adobe, conferindo ainda maior resistência e controlo de humidades (figuras 9 e 10). Nos arcos com lajetas cerâmicas eram reforçados os cantos com o mesmo material. Apesar de este ser o sistema que se considerou mais antigo no período de análise, foi contemporâneo dos que a seguir se apresentam, verificando-se algumas variações no sistema de adobe com a introdução de novos materiais.

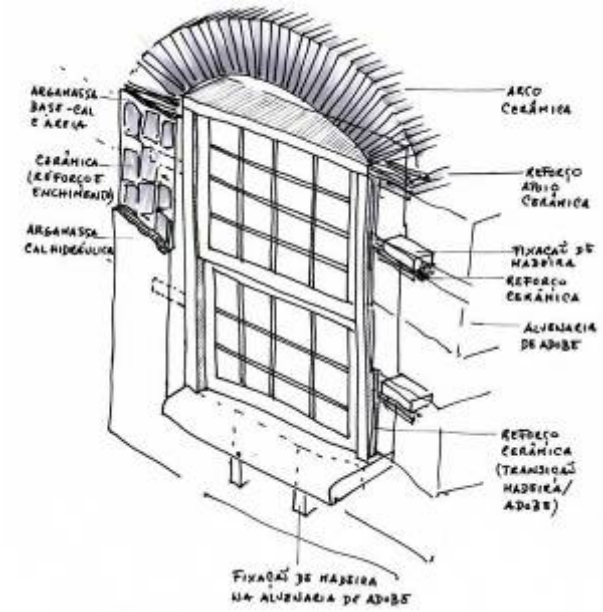


Figura 9. Esquema de fixação de janela ao adobe



Figura 10. Ligação janela/ adobe

O processo construtivo, que será designado por B, trata-se de uma solução (figura 11) próxima do sistema tradicional, possui fundações contínuas de adobe com argamassas de cal hidráulica e areia, a uma profundidade mínima de 70 cm, utilizando adobes com dimensões – 40 cm x 20 cm x 10 cm. A largura destas fundações depende da largura das paredes. Verificando-se a tendência da diminuição da espessura das mesmas, principalmente em construções de apenas 1 piso. O adobe das paredes exteriores tem normalmente a dimensão de 40 cm x 30 cm x12 cm. Permanece a solução de ventilação da base das paredes e o tipo de impermeabilização. Por vezes era aplicada uma base de betonilha e caco sobre a terra, uma das sugestões constantes na apreciação técnica de processos pelo arquitecto urbanista Carlos M. Ramos, co-autor do Ante-Plano de urbanização da Vila.

As paredes interiores, de tijolo normalmente furado (3 furos), podem apresentar-se assentes de cutelo. Continuam no entanto a ser utilizadas paredes de tabique, principalmente para os pisos superiores. A madeira, frequentemente de pinho, é utilizada na estrutura de piso e na de suporte da cobertura. Em alguns edifícios, surgem situações de rés-do-chão de baixo pé-direito (inferior a 2,20 m), em substituição da caixa-de-ar de ventilação da base das paredes, com funções predominantes de arrecadação (figura 12), desenvolvendo-se a habitação no 1º e 2º pisos. Este tipo de solução é frequente nas casas de Arte Nova do início do século XX em Ílhavo (figura 13), apresentando-se já em alguns edifícios do final do século XVIII (figura 14). Nestes edifícios é observada igualmente uma variação da estrutura de apoio da cobertura, que se torna mais complexa, pela necessidade de utilização do sótão como espaço habitável, aumentando-se assim o pé-direito livre. São ensaiadas igualmente soluções de amarração das paredes nas zonas dos cunhais através da estrutura de madeira (figura 15).

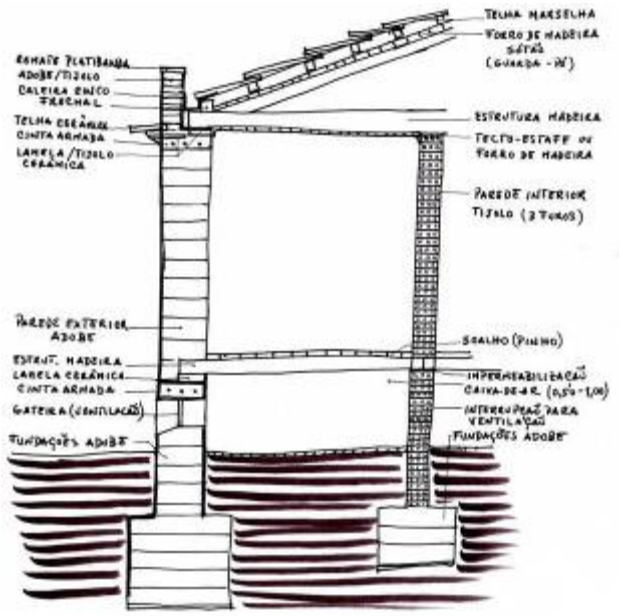


Figura 11. Esquema do sistema construtivo B



Figura 12. R/C de casa



Figura 13. Vila Africana



Figura 14. Casa séc. XVIII



Figura 15. Reforço

Um dos aspectos que revela alguma preocupação na experimentação de um melhor funcionamento mecânico das paredes é a introdução do que chamam “cintas armadas” com aplicação de ferros 3/8” e estribos de ferro ¼”. Observam-se em edifícios do início do século XIX. São por vezes visíveis no desenho das fachadas e reforçam igualmente uma zona identificada como sensível – a cimalha – podendo substituir os anteriores elementos de cerâmica, garantindo igualmente uma boa projecção para apoio da telha canudo do beiral.Com frequência são dispostas 2 cintas corridas em toda a largura da parede, embora existam casos em que ocupam largura inferior. Podem surgir apenas no remate das fundações e apoio das vigas de madeira do piso e à altura das padieiras. Ou então cintas curtas na altura das padieiras e a restante localização que se apresenta no esquema. A utilização de cintas armadas

torna-se de utilização mais corrente, a partir de finais dos anos 40, decorrente das novas necessidades nas alterações na fachada, com a colocação de palas ou outros elementos salientes. Observa-se, na década de 1940 a 1950, frequentes alterações da fachada principal com especial destaque para a introdução da platibanda, que pode ter uma ocupação apenas parcial dessa fachada. Este elemento, com diferentes configurações, pode apresentar-se de adobe, tijolo, ou elemento cerâmico. A platibanda não é normalmente aplicada nas fachadas laterais nem na posterior. Introduz contudo uma dificuldade no escoamento das águas, que até aí seguia livre para fora do plano vertical da fachada. Inicialmente é introduzida uma caleira de argamassa de cal hidráulica, com escoamento das águas, de forma livre, lateralmente. Pode surgir igualmente a utilização de tijolo de burro ou furado para os sectores de parede abaixo dos peitoris das janelas, sendo com frequência utilizado para a formação dos arcos das padieiras de portas e janelas interiores e exteriores.

Esta solução B tem uma aplicação bastante difundida, sendo utilizada por todo o tipo de técnicos projectistas e durante um largo período de tempo.

A solução C (figura 16) apresenta como principal característica a utilização do adobe para as paredes resistentes exteriores, sobre as quais se apoiam lajes aligeiradas para as áreas de serviço – cozinhas e quartos de banho ou ainda nas varandas e terraços. Pode manter ainda a caixa-de-ar de piso, com o respectivo sistema de ventilação, dada a aplicação simultânea de estrutura de madeira para os restantes espaços. Ao nível do rés-do-chão é comum o uso de um massame de cimento armado para as áreas de serviço e para o átrio de entrada, normalmente revestidos a mosaico hidráulico. Existem igualmente cintas de cimento armado à altura das padieiras e nas posições definidas na solução A. Surgem os primeiros pilares de betão, singulares ou em pequeno número, para vencer vãos maiores, em situações particulares do interior. Embora continue a ser mais utilizado o recurso a pilares de tijolo burro. As paredes interiores são normalmente de tijolo, embora ainda persista alguma utilização do tabique para pisos superiores em construções de maior altura. As argamassas de assentamento do tijolo são de cal e areia ou de cimento e areia. É comum a diminuição da espessura das paredes à medida que aumenta a cota da construção. Existem referências a preocupações de amarração e travação das paredes através das “cintas armadas”, bem como a preocupações com o reforço dos cunhais. Estas cintas armadas podem tomar a configuração de vigas quando associadas ao apoio das lajes.

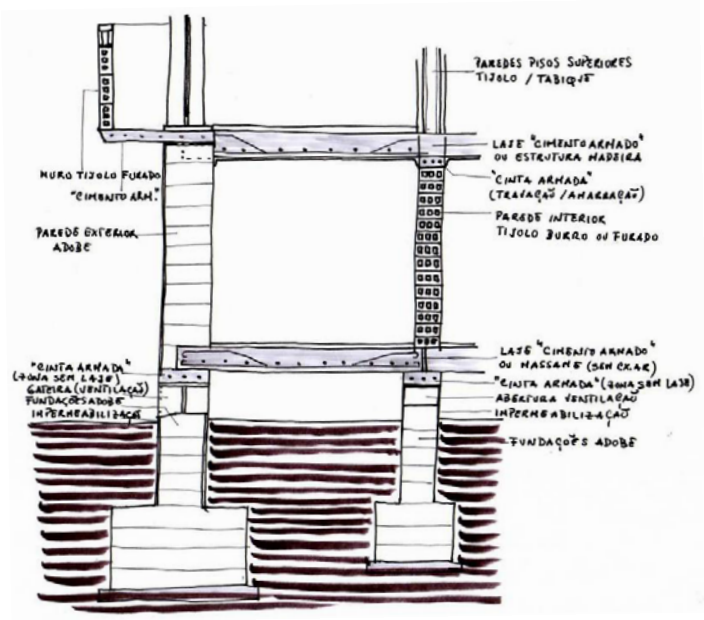


Figura 16. Esquema do sistema construtivo C

A solução D (figura 17) tem uma utilização tardia (1950 e início de 1960) e é pouco frequente para construções de raiz. Pode revelar a desconfiança em relação à utilização das paredes de tijolo enquanto paredes resistentes. Era com frequência utilizada para ampliações, sendo feita a reparação das paredes de adobe existentes, com eventual substituição de adobes, ou construção de paredes de adobe para ampliar espaços existentes ao nível do rés-do-chão, sobre as quais se apoiava a laje de tijolo armada ou outra solução de betão e sobre esta as paredes de tijolo para o piso superior. Esta solução poderá ter ainda o objectivo de não sobrecarregar mais as paredes de adobe, servindo apenas de apoio à estrutura de madeira da cobertura. Ao nível do rés-do-chão é comum a utilização do massame de cimento.

O esquema construtivo E é uma solução (figura 18) que utiliza o tijolo vazado (30 cm x 15 cm x 8 cm) quer para paredes exteriores quer para paredes interiores, em posições de assentamento diferentes. Trata-se de uma solução utilizada mais frequentemente em edifícios não habitacionais, com uma posterior utilização em habitações de veraneio, passando a ser mais comum nos anos 50 e 60. Tem uma lógica estrutural idêntica à do adobe. Possui caixa-de-ar de piso, de menor altura. As fundações e as paredes de fundação são em adobe (40 cm x 20 cm x 12 cm), com utilização de argamassas de cal hidráulica e areia. As áreas de serviço (cozinhas e quartos de banho) são em betonilha com aplicação de mosaico hidráulico. Esta solução tem ainda uma variante com o recurso a blocos de cimento em substituição do tijolo. As cintas armadas são utilizadas sobretudo à altura das padieiras e ao nível do remate das paredes de fundação, algumas vezes no topo das paredes, dependendo se o edifício tem 1 ou mais pisos.

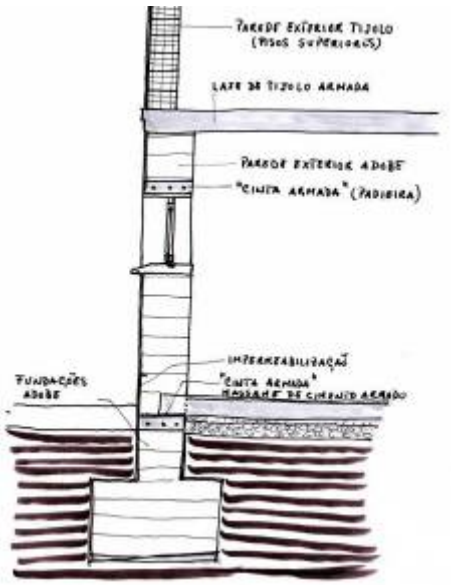


Figura 17. Esquema do sistema construtivo D

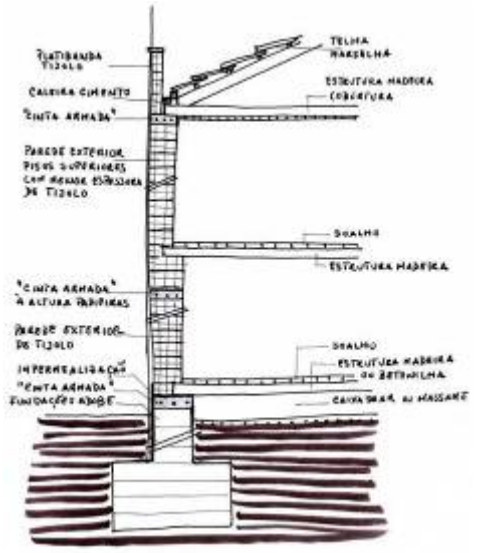


Figura 18. Esquema do sistema construtivo E

A solução F (figura 19) encontra-se sobretudo na década de 1950 a 1960. Mantém-se a adopção de fundações de adobe. Existem algumas referências à criação de um massame para a base das sapatas, que poderá ser armado. A diferença em relação ao sistema apresentado anteriormente é o da utilização de lajes de cimento armado ou de tijolo armado para os pisos. Estas podem surgir encastradas, ou apoiar em toda a largura da parede. A utilização do tijolo para as paredes exteriores e interiores mantém-se. As argamassas de assentamento são de cal hidráulica e areia, embora se utilizem também argamassas de cimento e areia. Os elementos salientes da fachada são de betão armado, bem como as varandas e escadas exteriores. Existem situações de vigas a apoiar sobre tijolo burro. São mencionadas soluções de reforço de ferros

nos pontos de apoio às paredes e aplicados em pontos singulares da fachada (ex: cornija). Continua a ser feita uma utilização pontual de pilares de betão armado, normalmente no interior ou em áreas cobertas de entradas.

É feita a colocação de uma cinta armada no arranque das paredes do rés-do-chão no caso de este piso ser construído através de uma solução de massame. A cobertura pode ter uma laje horizontal de "cimento armado" onde apoia a estrutura de madeira de cobertura ou ser mesmo toda a estrutura de madeira de pinho.

O esquema construtivo designado pela letra G trata-se de uma solução (figura 20) idêntica à anterior, com a variante das fundações deixarem de ser de adobe e passarem a ser de tijolo, betão ciclópico ou pedra. Para além deste aspecto a variação reside na utilização corrente de vigas de betão armado associadas às lajes de betão dos pisos e cobertura, para apoio destas. Permanece a utilização das paredes de tijolo resistentes e a utilização de estrutura de madeira para o apoio das telhas. A espessura das paredes reduz para pisos superiores. É feita referência a betuminosos para impermeabilização do piso e sapatas.

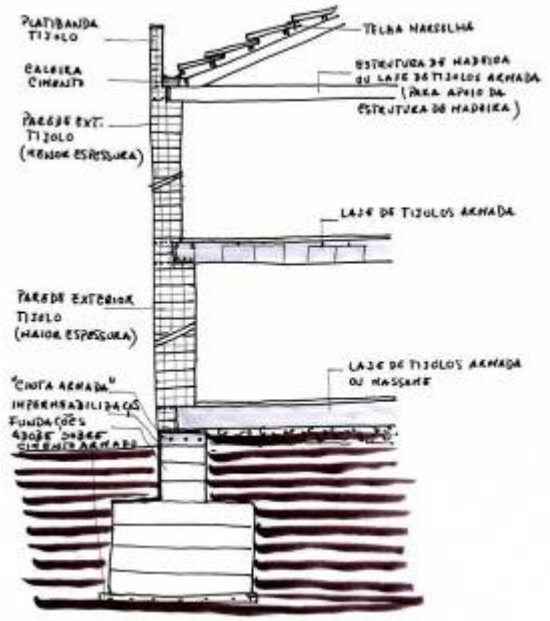


Figura 19. Esquema do sistema construtivo F

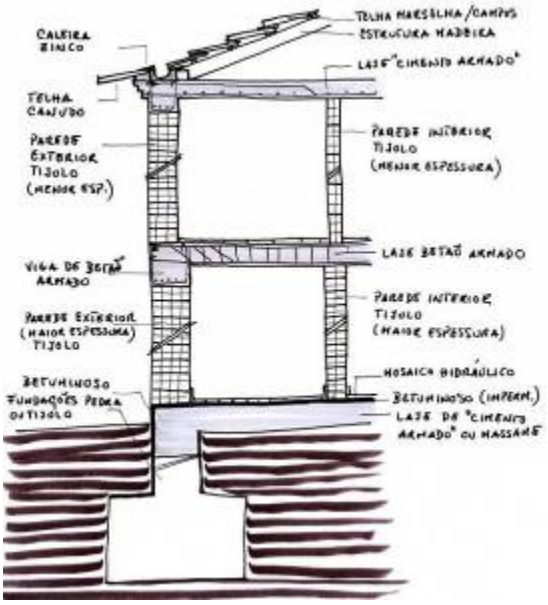


Figura 20. Esquema do sistema construtivo G

A solução H (figura 21) aparece adoptada a meados da década de 1950 a 1960, mas trata-se de uma solução pouco utilizada. Tem como particularidade o recurso à parede dupla de tijolo, por vezes com variação do tipo de tijolo. A caixa-de-ar apresenta-se com uma largura de 10-12cm. As fundações são de betão ciclópico ou pedra argamassada com cal hidráulica. Estas e o piso levam um barramento betuminoso como impermeabilização. Os pilares ainda são, nos processos consultados, de utilização pontual neste período. Ao nível do piso térreo é utilizado o massame de cimento armado, uma laje de betão aligeirada para o 1º piso e estrutura de madeira para o apoio da cobertura em telha cerâmica ou de chapas de Lusalite. As escadas que passam a ter um papel quase escultórico nos espaços são em betão armado.

O sistema construtivo designado pela letra I trata-se da solução corrente de sistema porticado de betão armado (figura 22), com preenchimento por alvenaria de tijolo. Começou por ser utilizada em edifícios particulares com vários pisos (ex: Pensão) ou em edifícios não habitacionais (ex: Oficinas). As paredes são duplas de tijolo vazado. É proposta sobretudo por equipas de arquitectos e engenheiros, mais frequentes a

partir dos finais de 1950. As fundações em betão ciclópico podem ser contínuas, dado o tipo de solo da região. A cobertura apresenta maior variedade de soluções, com a utilização de chapa ondulada de alumínio, embora a estrutura da cobertura ainda surja em vários casos como sendo de madeira.

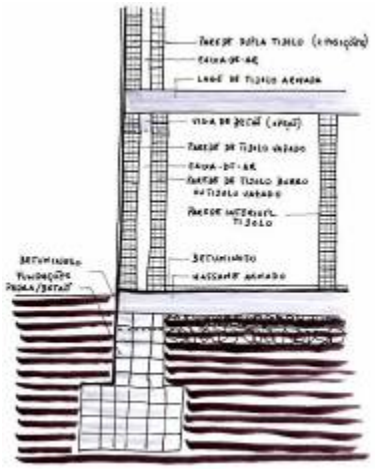


Figura 21. Esquema do sistema construtivo H



Figura 22. Esquema do sistema construtivo I

Solução	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
A																	
B																	
C																	
D																	
E																	
F																	
G																	
H																	
I																	

Figura 23. Quadro de apresentação dos anos de implantação das soluções construtivas (1944 a 1960)

A observação da figura 23 (não esquecendo de que se trata de uma amostragem) permite concluir que o sistema I de porticado de betão armado surge por volta de 1956, sendo o mais tardio. O sistema construtivo E é aplicado cedo, dentro do período de estudo. Tendo uma implantação mais tardia os sistemas D, F e H. O que nos leva a concluir que apesar de toda a pressão os técnicos confiavam no sistema tradicional de construção de adobe. Também se verifica que a implantação do sistema tradicional de adobe ainda se encontra razoavelmente implantado até ao final do ano de 1940. Sendo dominado pelos engenheiros técnicos civis e pelo agentes técnicos de engenharia, prevalecendo uma adopção maioritária por estes últimos. A partir de 1950 as soluções C, D, E, F e G passam a ser adoptadas com frequência o que provoca um decréscimo acentuado no sistema tradicional.

O baixo nível de adopção desta tecnologia (sistemas A e B) pelos arquitectos deve-se a 2 factores: a encomenda nos anos a seguir a 1940 era feita a arquitectos de fora que desconheciam o sistema ou estavam ligados a meios académicos onde se valorizava a utilização do betão; reduzido número destes profissionais a projectar para a zona. Apesar de tudo verifica-se que os técnicos que conhecem o sistema confiam nele, embora a pressão da indústria tivesse sido um factor de mudança, bem como a pressão urbanística que se dá a seguir a 1950 e que não se compadecia com os processos de fabrico sazonal do adobe.

Os engenheiros e os arquitectos adoptam com mais frequência o sistema construtivo F, principalmente a partir de 1950 e, sendo a utilização de estrutura de madeira para o apoio da cobertura, um dos últimos aspectos a sair do processo. Tal como a adopção do sistema de fundação corrida que permanece, mesmo quando se deixa o sistema tradicional. Tal favorecia o comportamento unitário da estrutura devido ao tipo de solo arenoso onde se implanta a construção nesta zona.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que os novos materiais e as novas técnicas são utilizadas em primeiro lugar para reforçar os pontos identificados como mais vulneráveis da construção de adobe, sendo a entrada do sistema porticado de betão armado tardia. Nos anos sessenta ainda não se pode afirmar que este sistema fosse predominante. Verifica-se que a substituição do adobe pelo tijolo traz ainda associada a lógica construtiva tradicional, com paredes exteriores resistentes e simples.

Bibliografia

Ruano, A. (2009): “O Sistema construtivo tradicional em período de transição de linguagens de arquitectura”. Tese de Estudos Avançados em “Reabilitação de Edifícios” da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Curriculum

Alice Costa Ruano de Castro, Arquitecta (FAUP, 1993), Membro da Direcção do Núcleo de Arquitectos de Aveiro (NAAV, 1995 – 1999), Presidente da Direcção do NAAV (1999-2005), Membro da Comissão de Património Edificado da Câmara Municipal de Aveiro (1999-2005), Estudos Avançados em Reabilitação de Edifícios (FEUP, 2009), profissional liberal desde 1985.

Aníbal Costa, Engenheiro Civil, Ph.D, professor catedrático da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

Humberto Varum, Engenheiro Civil, Ph.D, professor associado da Universidade de Aveiro, Portugal, tem desenvolvido vários trabalhos sobre avaliação, reabilitação e reforço sísmico de estruturas, e particularmente sobre reabilitação de construções em terra.

ESTEPA: NUEVAS ESTRATEGIAS PARA ENCANTAR CON LA TIERRA

María Brown Birabén
ESTEPA Estudios Sobre Tierra Energía Patrimonio y Ambiente
c/ San Agustín 14 Bajo Dcha. 47003 Valladolid España
(+34) 652 501080 / E-mail: estepa1@gmail.com

Tema 4: Arquitectura Vernácula y Contemporánea
Palabras clave: impacto social, enfoque energético, rigor científico

Resumen

Pese al trabajo de varias décadas intentando mejorar la reputación de la arquitectura de tierra, sólo un pequeño grupo de la sociedad en su conjunto se ha convencido de sus ventajas; ni siquiera los protagonistas de programas de cooperación al desarrollo se entusiasman ante este material que les es tan conocido. Es preciso revisar los métodos y argumentos que se vienen repitiendo casi inalteradamente, así como los grupos-objetivo de las nuevas estrategias.

La Asociación ESTEPA, nacida en la castellana Tierra de Campos con un enfoque multidisciplinar, propone varios programas: con una dinámica hasta ahora exitosa en sus tres ediciones, las "Jornadas Internacionales de Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario" son un ejemplo de conjunción entre convivencia intercultural, formación técnica y construcción de un bien público entre participantes de diversos países, edades y profesiones. ESTEPA también ha pensado en los más pequeños, buscando despertar en ellos un temprano interés hacia la tierra y su valor ambiental, energético y patrimonial: "atisbarro", un espacio donde atisbar el mundo de la tierra desde la experiencia y la ciencia.

Más allá de estas actividades formativas, educativas y de difusión cultural, ESTEPA propone a través de su propia investigación científica, la generación de resultados convergentes con los desafíos políticos actuales en materia energética, aumentando la posibilidad de lograr para la tierra el reconocimiento oficial que hasta hoy le es negado como material de construcción en el mundo contemporáneo.

1. INTRODUCCIÓN

T I E R R A

Planeta. Patria. Suelo. Nutriente del alimento

También lo grita Rodrigo de Triana desde La Pinta, y por eso más de quinientos años después americanos e ibéricos hoy nos entendemos hablando el mismo idioma.

Y nosotros, los constructores de hoy, los aquí reunidos, los lectores, agregamos:

Tierra: material versátil y abundante que cobija a la Humanidad desde su origen

Tierra en construcción -lo hemos comprobado- implica bajo costo energético, reciclaje, economía, autonomía tecnológica, integración al territorio, confort térmico, alto valor cultural y patrimonial, compromiso social… nunca todo junto, o rozaría la perfección.

Técnicamente hablando, con tierra se construyen edificios capaces de autogestionar su comportamiento térmico, regulando los flujos de calor y humedad a través de su envolvente. Así guiado inexorablemente por leyes termodinámicas, el muro de tierra *aprovecha las fuentes y sumideros medioambientales de calor*: el sol, el aire y el agua, el suelo y el cielo. Esta capacidad natural -aprovechada por el hombre varios milenios antes del nacimiento de Clausius- es uno de los pilares de la moderna arquitectura bioclimática (invernaderos, muros trombe y parietodinámicos, cubiertas refrigerantes,

fachadas ventiladas). Por eso resulta paradójico que decir *bioclimático* infunda más confianza, pues, que decir *tierra*. ¿Por qué? Porque la desinformación fomenta la existencia de un tercer tipo de definición para sumar a las anteriores:

Tierra: Suciedad. Caldo de cultivo de lo precario. Catástrofe

Es así para muchos todavía; y nosotros los divulgadores y los convencidos por experiencia somos en parte responsables… iremos viendo por qué creemos que debemos cambiar de actitud, y un posible camino para lograrlo, entre tantos otros.

Algo ha fallado en la gente de la tierra cruda a la hora de contagiar nuestro entusiasmo: han pasado cuarenta años y seguimos siendo muy pocos luchando contra el escepticismo de muchos. Seguramente porque ni los viejos discursos son efectivos, ni los antiguos métodos convincentes, ni los clientes son los mismos… pero insistimos en culpar de todo a las cementeras, al desprecio popular hacia su pasado pobre, al progreso mal entendido, etc.

¿Para quién construimos con tierra hoy? Básicamente para dos tipos de “cliente” muy, muy distintos. Están los entusiastas del mundo industrializado o urbano: ecologistas, concienciados energéticos y defensores del patrimonio crecen, sin dejar de ser una minoría. A ellos no hay que convencerlos, sí hay que demostrarles la excelencia de su opción y difundir esa excelencia entre los niños y jóvenes, para que cuando les toque decidir sean muchos más los entusiastas.

Y luego, las ONGs y otros agentes nos abren la otra puerta: sencillamente tenemos a casi la mitad de la Humanidad que ha vivido siempre en construcciones de tierra. Y escaparían de ellas a la primera oportunidad como sucedió a mediados del Siglo XX en Occidente. La mera existencia de una alternativa, la sensación de libertad que se siente al poder *optar* es tan humana…Necio aquél que apure un juicio contra quienes prefirieron y siguen prefiriendo un abandono de sus saberes -la arquitectura vernácula entre tantos- en nombre de una modernidad barata y falsa, que además ha triunfado. Aquí sí hay que convencer: a la propia ONG, al gobierno, a los albañiles, a los beneficiarios que soñaban con algo “moderno”.

Tenemos entonces que ensayar un nuevo “encantamiento de la tierra”; empezando desde España con elementos que motiven a sus jóvenes, pero pensando también en resucitar el respeto de la tierra entre la gente del Sur, hasta que se alegre de volver a utilizarla ¿Cómo? Con nuevos métodos; los de siempre no funcionan.

2. ESTEPA

Convencidos de esta necesidad de métodos nuevos para investigar, difundir y construir con tierra en el siglo veintiuno, un grupo con vocaciones heterogéneas: la arquitectura, la educación, la dinamización social, la historia y el arte, nos convocamos para formar ESTEPA -Estudios Sobre Tierra, Energía, Patrimonio y Ambiente- una Asociación sin ánimo de lucro nacida en la estepa castellana, donde han confluido diversas trayectorias individuales relacionadas con la tierra en varios continentes.

ESTEPA surge aportando un enfoque nuevo desde dos líneas de actuación complementarias: *la actuación arquitectónica sostenible*, y *la educación y difusión*. Para lograrlo se trabaja desde algunas ideas clave:

- la promoción del uso de *la tierra cruda en construcción desde un enfoque energético y ambiental científico*, involucrando a toda la comunidad, con acento en los jóvenes
- la *itinerancia,* no asociando nuestras actividades a un lugar concreto

- el énfasis en la *dinámica social y el intercambio cultural* generado a partir de intervenciones participativas de equipamiento comunitario, con participación internacional y multidisciplinar
- la *reflexión a partir del debate* entre participantes de todas las edades, procedencias y ocupaciones, sobre a validez actual de utilizar la tierra en edificios y artefactos

Para llevarlas a cabo ESTEPA desarrolla una serie de actuaciones:

- Construcción de infraestructura comunitaria novedosa, de interés local y turístico, implicando a *toda* la población, demostrando con el ejemplo su calidad ambiental e incorporando nuevos conocimientos
- Renovación de patrimonio deteriorado, en la misma línea
- Eventos de difusión y práctica que enfaticen el valor cultural, energético y ambiental de los edificios de tierra, evidenciando su complemento con las energías renovables: cursos, charlas, ferias, etc.
- Organización de talleres para niños y jóvenes a través de convenios institucionales: descubrimiento de la tierra, construcción y arte con barro, artesanía y oficios vinculados, hornos y cocina tradicional, energías renovables, etc.
- Análogamente, talleres para otros colectivos: jubilados, mujeres, etc.
- Celebración de talleres teórico-prácticos internacionales, para estudiantes, arquitectos y otros profesionales, pobladores locales y curiosos en general
- Diseño y puesta en marcha de programas de formación profesional sobre uso de tierra en construcción, energía solar y temas conectados, orientados a estudiantes

Empezamos presentando el programa estrella de ESTEPA:

2.1 Jornadas Internacionales de Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario

El barro es un materia plástico, moldeable ¿Cómo ligar con él cultura tradicional, inquietudes científicas, cuidado del patrimonio, técnicas modernas, retos ambientales, soluciones sociales, de modo de contribuir al bienestar?



Fig.1- Un vecino participante enseña los secretos del adobe a una futura arquitecta en Santa Eufemia del Arroyo (créditos: estepa, 2007).

Fabricando adobe participativamente para construir equipamiento comunitario: construyendo infraestructura novedosa que involucre a la población, demostrando su calidad ambiental, incorporando e intercambiando nueva información, capacitando a los jóvenes.

Ya se trate de hornos, juegos infantiles, merenderos, glorietas, refugios o edificios mayores, esta *experiencia arquitectónica didáctica* no busca la perfección técnica, sino el descubrimiento de la tierra para toda la comunidad participante, compuesta por vecinos -quienes deciden qué se construirá- y visitantes convocados a partir de una convocatoria internacional. De modo que durante algunas semanas la comunidad convive con extranjeros interesados en su herencia patrimonial y en sus técnicas constructivas.

Nos preguntan ¿por qué adobe? Respuesta fácil: aunque experimentamos con otras técnicas, el adobe es un mampuesto, con peso y diseño adecuados a las manos. Mezclar el barro, moldearlo, tenderlo, girar las piezas... son tareas aptas para niños, mujeres y mayores. ¡El adobe es la técnica más “inclusiva” en esta zona del mundo!

El emplazamiento ideal para la obra son los espacios públicos abiertos muy utilizados, fomentando la discusión entre usuarios y viandantes: patios de escuela, jardines, plazas. Se utiliza material local, de fácil adquisición y mínimo transporte. Se apela a procesos técnicos sencillos, a veces simplificados a partir de las técnicas tradicionales, que no requieren de mano de obra especializada. Sin utilizar maquinaria peligrosa, ruidosa, cara ni contaminante se trabaja en forma eficiente, en varios equipos pequeños que contribuyen al proyecto completo.



Fig.2 - Vecinos y niños de Paredes de Nava, junto a los aprendices de las Jornadas debatiendo sobre del horno de estepa (créditos: estepa, 2008).

Así, a partir de la manipulación directa del material, cada participante desde su propia motivación va desvelando la diversidad de las posibilidades de la tierra: su relación con el patrimonio y la cultura local, el interés medioambiental implícito, su potencial como herramienta educativa, su plasticidad estética, su impacto en proyectos de cooperación… Este ambiente seguro y el entorno táctil reúnen al grupo creativamente, fomentando la cooperación y la celebración.

Aprovechando la curiosidad que despierta una construcción novedosa, se lleva a cabo una divulgación mediante folletos, charlas abiertas, participación en ferias locales, generando una dinámica difícil de reproducir sin la experiencia directa de la nueva construcción.

El carácter de las infraestructuras creadas es en sí mismo social, por estar destinadas a actividades que promueven el intercambio comunitario. Así, una vez terminada la obra, su integración a la vida cotidiana promueve entre los vecinos la revisión de prejuicios hacia las construcciones de tierra, la reflexión sobre sus conceptos energéticos, o la sensibilización medioambiental.



Fig.3 - Gente del pueblo de todas las edades, probando el horno el día de la inauguración (créditos: estepa, 2007).

Y en cuanto a los visitantes-aprendices, debatir sobre la tierra o pensar en diseñar y construir con ella, adquiere otra perspectiva luego de varios días de contacto directo con el material y de la ejecución de un proyecto funcional.

Tres veces repetidas en pueblos de Tierra de Campos, en estas Jornadas se construyeron hornos de doble cámara, una caseta y una bóveda, y se participó en las Ferias medievales. Unas cincuenta personas de 15 profesiones, 6 países y 3 generaciones participaron activamente hasta hoy.

Nos falta un grupo muy importante: los niños. Ellos son frecuentemente los promotores de un cambio de actitud ante nuevos retos, introduciendo en casa conceptos ambientales, culturales o energéticos inusuales para sus padres. Su presencia es, pues, fundamental. Vamos a involucrarlos invitándoles con sus padres o abuelos, y también con un programa especial para ellos que vemos a continuación.

2.2 atisbarro

Como humanos cuidamos lo que amamos, y para amar primero hay que conocer. Nadie sentirá suyo, ni cuidará ni querrá algo que no conoce. Por eso estamos convencidos en apostar por los niños: ellos aprenden a amar muy fácilmente.

A través del BARRO y del SOL como herramientas de juego, descubrimiento y construcción, los más jóvenes atisbarán el mundo del barro desde la experiencia y la ciencia para descubrir que:

- La tierra es un gran material de construcción
- El medio natural necesita de muchos cuidados
- Las energías renovables van muy bien con la tierra
- Los ancianos saben cosas interesantes y útiles

… y lo harán jugando, esculpiendo, moldeando adobes, construyendo artefactos que funcionan, experimentando con aparatos energéticos…

Así, con la “excusa” de la tierra, este programa para niños y adolescentes se adapta a distintos formatos: escolar, de tiempo libre y estival, y en todos ellos:

- Exploramos los significados de la palabra TIERRA... una herramienta que sirve para hablar de muchas cosas, más allá de las construcciones o de su historia, del medioambiente o de la energía
- Aprendemos del patrimonio, los alimentos, el saber de los ancianos, fomentando una actitud no prejuiciosa hacia las diversas culturas antiguas y vivas



Fig.4 - Varias generaciones tendiendo adobes para la bóveda a orillas del canal de Castilla (créditos: estepa, 2009).

- Descubrimos la interacción de las obras humanas con el medio natural: los testimonios a la vista nos dan pistas sobre los recursos disponibles y sobre cómo aprovecharlos desde los nuevos retos
- Mostramos con ejemplos y experimentos que la tierra goza de gran valor ambiental en construcción, dada su escasa transformación y sus propiedades físicas. Integrando además las energías renovables, despertamos la conciencia ambiental
- Y ¡por supuesto! estudiamos Matemáticas, Física, Historia, Geografía, Idiomas. Nada como un adobe para aprender volumen y densidad, un hornito para entender la inercia térmica mientras se cuecen las pizzas, o una “solchichera” para descubrir cómo funciona un colector solar parabólico mientras buscamos la mostaza



Fig.5 - Fragmentos de la conferencia EL HORNO DE ADOBES, diseñada y presentada por sus constructores, de 14 años, en un Congreso Internacional en Madrid (créditos: estepa, 2007).

Escuelas e institutos pueden participar activamente, y tras las invernales actividades bajo techo llega el bautismo de barro en primavera con la fabricación de adobes… ¡que serán las primeras piezas para las Jornadas Participativas del verano! enlazando:

el trabajo educativo con los niños
+
el aporte participativo de la comunidad
+
la formación de los visitantes

Para materializar proyectos de mayor envergadura que no puedan completarse en unas pocas semanas, y como la época disponible para la convergencia de protagonistas y clima es el verano, será necesaria otra estrategia:

- a partir de un proyecto completo se articula la construcción en etapas, donde el uso de los primeros espacios incentiva la creación de los siguientes, que se

completan verano a verano; en muchos países es una metodología de trabajo corriente por razones presupuestarias

- a partir de pequeñas construcciones, exponentes de tradición local, encadenadas en un circuito que relaciona los lugares elegidos y que se completa cada verano: refugios para caminantes, hornos tradicionales, construcciones vernáculas didácticas, restauración de vestigios patrimoniales… la lista es infinita. Esta vertebración en un itinerario puede ser un aporte al turismo rural y la difusión cultural en zonas con ese potencial

2.3 Ciencia y reflexión a partir de la tierra

Desde que empezó este siglo se ha perfeccionado la modelación predictiva del balance térmico de un edificio, tanto que hoy en Europa es un examen obligatorio para muchos edificios. De más está decir: en estos programas la opción de tierra como material brilla por su ausencia y la inercia térmica es una variable despreciada, dificultándonos aún más el trabajo ¿Debemos culpar a ingenieros y gobernantes por difundir y aprovechar estas herramientas? ¿No será que a esta generación de profesionales de la tierra nos faltó ese rigor científico que convence? Aquellos arquitectos que renuncien a la ciencia en nombre del empirismo, la tradición y la sensibilidad artística, están sin duda en su derecho. Pero este es un siglo nuevo: nada como resultados demostrables para acabar con el mito del escepticismo entre quienes construyen, financian y gobiernan.



Fig.6 - Conferencia abierta sobre la arquitectura de tierra en el Ayuntamiento de Paredes de Nava, Palencia, a cargo de miembros de ESTEPA (créditos: estepa, 2008).

Otro punto. Estamos en un momento histórico en el que se prioriza el ahorro energético. Buen argumento para que desde la “ciencia de la tierra cruda” con sus resultados a mano, se interceda ante políticos y funcionarios: ¿No es el ahorro la capacidad de almacenar? Los efectos positivos de la inercia térmica en el balance energético de un edificio no pueden evidenciarse mientras persista “la perspectiva estática” oficial, que aísla considerando a los cerramientos *como protectores y no como actores* en el confort ambiental. Y es lógico que disminuyan las emisiones de CO^2 mejorando el aislamiento, incorporando energías renovables y gestionando mejor el ciclo de vida de un edificio. Pero renunciar a la capacidad de los cerramientos de tierra -entre otros- para almacenar energía y cederla oportunamente al espacio, significa eliminar la interacción entre el edificio y su entorno. La habitabilidad se convierte en un problema de máquinas -un asunto que ocultar en lo oscuro de la casa, como a la Cenicienta. Y a esas máquinas hay que inyectarles energía desde entornos lejanos en el espacio y el tiempo, principalmente ligados a los combustibles -fósiles o no- y al suministro eléctrico. Nada más insostenible.

Por ello ESTEPA responde con estas dos tareas de compromiso científico y reflexión:

1. Utilizar la ciencia y sus herramientas disponibles para demostrar las propiedades de la tierra, sus sistemas constructivos y las estrategias de diseño que las aprovechan

2. Valiéndose de la actual sensibilización energética a nivel político, defender la inercia térmica en una arquitectura dinámica, de elementos activos; viva, como lo es la arquitectura de tierra.

3. FINAL

Si queremos para la arquitectura de tierra cruda un futuro más allá de la evocación folklórica, la reflexión antropológica o la práctica exclusiva en regiones necesitadas del planeta será preciso adoptar nuevas actitudes y aptitudes a la hora de motivar y demostrar sus bondades y ventajas. ESTEPA propone las aquí expuestas, pensadas para la pequeña escala, aunque aún es pronto para evaluar los resultados. Caben muchas otras.

Al plantearlas recordemos que nosotros ya tenemos aprendices, y que salvo excepciones, los hijos y nietos de aquellos aterrados ante un adobe -nunca mejor dicho- no tienen recuerdos amargos de las casas de tierra. ¡No les reimplantemos ese discurso antiguo! Hemos investigado y aprendido, transculturado aciertos de las antípodas, subsanado falencias con mejoras tecnológicas, incorporado herramientas informáticas; y además allí están, más o menos aisladas o distantes, nuestras obras… si hemos podido dedicarle a la tierra tanto esfuerzo, sin duda tenemos que ser capaces de contagiar nuestro entusiasmo.

Bibliografía

Brown Birabén, María (2009). Sistemas Actuales de Construcción con Tierra. *Construir en barro. Una arquitectura de futuro*. Zamora: Centro de Estudios Benaventanos Ledo del Pozo, pp.77-86.

Brown Birabén, María (2009). Adobe Participativo y Equipamiento Comunitario en Tierra de Campos. *Construir en barro. Una arquitectura de futuro*. Zamora: Centro de Estudios Benaventanos Ledo del Pozo, pp.169-178.

Curriculum

María Brown Birabén. Arquitecta; Master Energías Renovables; Posgrado en Género Energía y Desarrollo Local. Presidenta de ESTEPA. Responsable de proyectos en materiales locales en Burkina Faso, Mali, Chile, Patagonia Argentina. Docencia Universidad Internacional Andalucía. Desarrollo de proyectos energéticos para Center y AICIA, Universidad de Sevilla.



PROGRAMA
20 a 24 Fevereiro 2010

20 Fevereiro (Sábado)

Oficina / Workshop de construção em terra (apenas para inscritos)

Local: Museu Monográfico de Conímbriga, Condeixa.
Organização: Associação Centro da Terra (CdT)

09h30-10h00 – Recepção de participantes.
10h00-11h00 – Análise e identificação de solos.
11h00-11h15 – Intervalo/ café.
11h15-12h30 – Exercício prático com diferentes solos.
12h30-14h00 – Almoço no restaurante do Museu.
14h00-17h00 – Práticas de técnicas construtivas: taipa, adobe e BTC.
17h00-17h15 – Intervalo/ café.
17h15-19h00 – Revestimento e consolidação de alvenarias de terra com argamassas de cal.

Monitores: Catarina Pereira, Teresa Beirão, Eduardo Carvalho, Miguel Mendes e Paulina Faria Rodrigues.

Reunião TERRA 2012 (apenas para os convocados)

Local: Instituto de Arqueologia - CEAUCP, Palácio de Sub-Ripas, Coimbra.
Organização: ICOMOS-ISCEAH e PUCP

09h30-16h00 – Reunião.
16h00-17h00 – Possível visita dos participantes à Biblioteca Joanina e Sala dos Capelos

Reunião ICOMOS-ISCEAH (apenas para membros do ISCEAH)

Local: Instituto de Arqueologia - CEAUCP, Palácio de Sub-Ripas, Coimbra.
Organização: ICOMOS-ISCEAH

17h30-19h00 – Reunião.

21 Fevereiro (Domingo)

Seminários: 6ºATP/ 9ºSIACOT (Arquitectura de Terra em Portugal / Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com terra)
Local: Auditório da Faculdade de Direito, pólo I, Universidade de Coimbra, Coimbra.

08h30-09h30 – Inscrição e recolha de documentação (8h30, a partir das portas laterais do auditório e 9h00 pela entrada da porta férrea).
09h00-09h30 – Abertura
Magnifico Reitor da Universidade de Coimbra (em representação os pró-Reitores Raimundo Mendes da Silva e José António Bandeirinha)
Director da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
Coordenadora do CEAUCP, Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto.
Directora da Escola Superior Gallaecia/ Presidente da Fundação Convento da Orada
Presidente da Associação Centro da Terra
Coordenador da Rede Ibero-Americana PROTERRA

Sessão 1 – TEMA 1: ARQUEOLOGIA, ANTROPOLOGIA e ARTE

09h30-09h45 – ESPAÇOS E ARQUITECTURAS EM TELL BEYDAR: CAMPANHA DE ESCAVAÇÕES DE 2009
Ana M. Vaz*, Ricardo Cabral*, André Tomé e Tiago Costa*
09h45-10h00 – CONSTRUÇÃO EM TAIPA E ADOBE NA CAPITAL DOS IGAEDITANI AO TEMPO DE AUGUSTO
Pedro Carvalho

10h00-10h15 – ESTRUTURAS EM TERRA NO MEGALITISMO PORTUGUÊS: UMA PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA
Goreti Sousa
10h15-10h30 - DA ARQUITECTURA PARA A ESCULTURA, A TERRA COMO UMA BUSCA DE SENTIDOS
Virgínia Fróis
10h30-10h45 - TERRAS CORADAS EM PORTUGAL: DA FONTE DA MATÉRIA-PRIMA Á PRODUÇÃO DE PIGMENTOS TERRA NACIONAIS (sécs. XVIII ao XX).
Milene Gil

10h45-11h00 - Debate
11h00-11h15 – Café/Coffee-break (sala do auditório da Faculdade de Direito, Univ.Coimbra)

Sessão 2 – TEMA 2: PATRIMÓNIO e CONSERVAÇÃO

11h15-11h30 - PAISAGENS EM TERRA: A REGIÃO DE BEJA
Maria Conceição Lopes
11h30-11h45 - SUBSIDIOS METODOLOGICOS PARA IDENTIFICAR PAISAGENS EM AREAS DE ARQUITETURA DE TERRA
Maria Isabel Kanan
11h45-12h00 - AFTER THE FLOOD: DEVASTATION OF THE TRADITIONAL EARTHEN ARCHITECTURAL CULTURAL LANDSCAPE IN THE HADHRAMAUT VALLEY OF YEMEN; CAN MUDBRICK BUILDINGS BE MADE MORE RESISTANT TO THE CLIMATE CHANGE?
Pamela Jerome
12h00-12h15 – O PATRIMÓNIO MUNDIAL DE ORIGEM PORTUGUESA EM TERRA.
Ana Paula Amendoeira
12h15-12h30 - LAS IGLESIAS DEL ALTIPLANO: UN MODELO DE FUSIÓN ENTRE EL MUNDO HISPÁNICO Y ANDINO
Natalia Jorquera Silva

12h30-12h45 – Debate
12h45-14h00 – Almoço

Sessão 3 – TEMA 2: PATRIMÓNIO e CONSERVAÇÃO

14h15-14h30 – RESTAURACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PATRIMONIO DE TIERRA
Graciela María Viñuales
14h30-14h45 – CONSERVATION AND THE EVOLUTIONS OF A SOCIETY: THE EXAMPLE OF GHADAMES, LIBYA
Yann Damiani, Grégoire Paccoud*
14h45-15h00 – KANJI: THE CONSERVATION MANUAL
Mauro Bertagnin, Désirée De Antoni*, Giulia Bravo, John Harrison
15h00-15h15 – DEVELOPING A STRATEGIC REGIONAL PLAN FOR THE STUDY AND CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE IN THE MEDITERRANEAN REGION
Maddalena Achenza*, Hubert Guillaud, Mariana Correia, Claudia Cancino, Amilla Ferron
15h15-15h30 – EN BUSCA DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO
Carlos Alberto Díaz Riveros

15h30-15h45 – Debate
15h45-16h00 – Café/Coffee-break (sala do auditório da Faculdade de Direito, Univ.Coimbra)

Sessão 4 – TEMA 2: PATRIMÓNIO e CONSERVAÇÃO

16h00-16h15 – SISTEMAS DE REPARACIÓN EN FÁBRICAS HISTÓRICAS DE TAPIAL
Jacinto Canivell*, Paul Jaquin, Charles Augarde, Christopher Gerrard
16h15-16h30 – DAMAGE ASSESSMENT OF HISTORIC EARTHEN SITES AFTER THE 2007 EARTHQUAKE IN PERU
Claudia Cancino*, Stephen Farneth, Julio Vargas-Neumann, Philippe Garnier, Frederick E. Webster

16h30-16h45 **–** CONSTRUCTION OF SAFE AND HEALTHY ADOBE HOUSES AFTER THE PISCO 2007 EARTHQUAKE IN PERU
Marcial Blondet*, Julio Vargas, Álvaro Rubiños

16h45-17h00 – LA INTERVENCIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO EN TIERRA EN ÁREAS SÍSMICAS Y LAS CARTAS DE CONSERVACIÓN.
Julio Vargas Neumann*, Marcial Blondet, Carlos Iwaki

17h00-17h15 – CRITERIOS PARA LA CONSERVACIÓN, REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL Y PARA LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS EDIFICIOS EN ÁMBITOS DE ALTO VALOR ETNOGRÁFICO
José Luis Sáinz Guerra*, Félix Jové Sandoval, Alicia Sáinz Esteban*, Mónica del Río Muñoz

17h15-17h30 – CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN LA CIUDAD PREHISPÁNICA DE LA JOYA, VERACRUZ, MÉXICO
Annick Daneels, Luis Fernando Guerrero Baca*, Rubén Salvador Roux Gutiérrez

17h30-17h45 – Debate

17h45-18h15 – **Apresentação de Livros de arquitectura de terra pela Editora Argumentum e pela Organização do Seminário:**

- TERRA EM SEMINÁRIO 2010 (Livro de Actas do Seminário 6ºATP-9ºSIACOT)
- Revista CYBER arqueólogo nº 1, revista on-line do CEAUCP, (dedicado ao seminário)
- THE ART OF BUILDING IN YEMEN, Fernando Varanda (a confirmar)
- ARQUITECTURA PARA OS POBRES, UMA EXPERIÊNCIA NO EGIPTO RURAL Hassan Fathy (versão portuguesa).

21h00 – Jantar Oficial
Local: Restaurante Giuseppe & Joaquim (Rua das Azeiteiras nº66, Coimbra).

22 Fevereiro (Segunda-feira)

Seminários: 6ºATP/ 9ºSIACOT (Arquitectura de Terra em Portugal / Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com terra)
Local: Auditório e Sala do Auditório da Faculdade de Direito, pólo I, Universidade de Coimbra.

Sessão 5A – TEMA 3: TÉCNICAS, CONSTRUÇÃO, INVESTIGAÇÃO e DESENVOLVIMENTO

Sessão 5A - Local: Auditório da Faculdade de Direito

08h30-08h45 – LAS GEOMALLAS COMO REFUERZO SÍSMICO DE VIVIENDAS DE TIERRA
Daniel Torrealva Dávila, Patricia Santillán Ramírez, Julio Vargas Neumann, Mario Sólis*

08h45-09h00 – ESTRATEGIAS MORFOLÓGICAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN CONTEMPORÁNEA EN TIERRA PORTANTE
Macarena Gaete Cruz

09h00-09h15 – CARACTERIZAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO EXPERIMENTAL DE REFORÇO SÍSMICO DE PAREDES DE ADOBE
António Figueiredo*, Humberto Varum, Aníbal Costa

09h15-09h30 – A UTILIZAÇÃO DA CORTIÇA EM PAREDES DE ADOBE, CONTEXTO HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS
Joana Guerreiro da Silva*, Clara Pimenta do Vale

09h30-09h45 – ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES EM TERRA
Fernando Torgal, Said Jalali*

09h45-10h00 – AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE ADOBES
Obede Borges Faria*, Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Guilherme Conte Pedreira, Jeison Roberto do Nascimento Silva

10h00-10h15 – O SOLO PARA CONSTRUÇÕES COM TERRA CRUA: UM ESTUDO DE CASO
Geraldo Bezerra Araújo*, Emerson de Andrade Marques Ferreira, Sandro Fábio César

10h15-10h30 – ANÁLISE COMPARATIVA DOS BLOCOS DE SOLO-CIMENTO, DE CONCRETO E CERÂMICOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DO SUDESTE BRASILEIRO
Luciana Nunes de Magalhães

10h30-10h45 – Debate
10h45-11h00 – Coffee-break (Bar da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra)

Sessão 5B – TEMA 2: PATRIMÓNIO e CONSERVAÇÃO

Sessão 5B - Local: Sala do Auditório da Faculdade de Direito.

08h45-09h00 – FICHAS DE INVENTÁRIO: SICG (SISTEMA INTEGRADO DE CONHECIMENTO E GESTÃO) DO IPHAN. ESTUDO DE CASO EM PATRIMÔNIO RURAL
Sandra Cristina F. Martins*, João Adriano Rossignollo
09h00-09h15 - DAMAGE IN HISTORIC RAMMED EARTH STRUCTURES, AN EXAMPLE OF THE PRECEPTORY OF AMBEL IN ARAGON
Paul Jaquin*, Jacinto Canivell, Charles Augarde, Chris Gerrard
09h15-09h30 – GROUTING AS A MEAN FOR REPAIR EARTH CONSTRUCTIONS
Rui Silva*, Luc Schueremans, Daniel V. Oliveira
09h30-09h45 – THE RENOVATION PLAN OF THE KSAR ZENAGA IN THE FIGUIG OASIS, MOROCCO
Ianira Vassallo
09h45-10h00 – EARTHEN BEEHIVE DOMES OF NORTHEN SYRIA
Saverio Mecca, Letizia Dipasquale*
10h00-10h15 – APROPRIAÇÃO COMO ELEMENTO ESSENCIAL NA REVITALIZAÇÃO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS
Alexandre Mascarenhas*, Mônica Godoy, Sara Ferreira Rojas
10h15-10h30 – INTERVENCIÓN DE MONUMENTOS HISTÓRICOS: EL VALOR PATRIMONIAL ENTENDIDO COMO UN TODO, PAISAJE, COMUNIDAD, ARQUITECTURA
Patricio Arias Cortés*, Natalia Jorquera Silva*, Lia Karmelic

10h30-10h45 – Debate
10h45-11h00 – Coffee-break (Bar da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra)

Sessão 6A – TEMA 3: TÉCNICAS, CONSTRUÇÃO, INVESTIGAÇÃO e DESENVOLVIMENTO

Sessão 6A - Local: Auditório da Faculdade de Direito

11h00-11h15 – UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
Rosane Aparecida Gomes Battistelle*, Obede Borges Faria, Lívia Ferraz Damasceno
11h15-11h30 – ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ELEVAÇÃO DA PAREDE EM ADOBE DE DUAS HABITAÇÕES RURAIS, CASOS: ASSENTAMENTOS RURAIS PIRITUBA II E SEPÉ TIARAJU, SÃO PAULO, BRASIL
Mauricio Guillermo Corba Barreto; Rafael Torres Maia, Rosana Rita Folz*; Akemi Ino*, Ioshiaqui Shimbo
11h30-11h45 – LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MATERIALES TRADICIONALES. LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA
Marta Molina Huelva
11h45-12h00 – VOCATIONAL TRAINING FOR CLAY PLASTER IN EUROPE: A GROWING NETWORK AND PEDAGOGICAL AND ADMINISTRATIVE TOOLS TO HELP DISSEMINATION OF COMPETENCE AND RECOGNITION OF LEARNING OUTCOMES.
Lydie Didier, Alexandre Douline*, Uta Herz, Burkard Rüger (to confirm)
12h00-12h15 – AVANÇOS E DESAFIOS DA REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA
Célia Neves*, Luis Fernando Guerrero Baca

12h15-12h30 – Debate
12h30-14h00 – Almoço

Sessão 6B – TEMA 3: TÉCNICAS, CONSTRUÇÃO, INVESTIGAÇÃO e DESENVOLVIMENTO

Sessão 6B - Local: Sala do Auditório da Faculdade de Direito

11h00-11h15 – TERRA COMPACTADA, UM ESTUDO DE ADITIVOS ORGÂNICOS.
Rute Eires*, Said Jalali

11h15-11h30 – ESTUDO DO MATERIAL TERRA APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE TABIQUE NO ALTO TÂMEGA
Armando Cepeda, José Lousada, José Vieira, Humberto Varum, Pedro Tavares, Jorge Tiago Pinto*

11h30-11h45 – ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DE UNIDADES DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS
Glacir Teresinha Fricke*, Rosana Soares Bertocco Parisi, Esther Aparecida Cervini, Jane Tassinari Fantinelli, Ricardo Victor Rodrigues Barbosa, Gabriel Castañeda Nolasco, Ana Gabriela Lopes Lance da Cunhav, Maycon Douglas Costa, Renata Duarte Garcia

11h45-12h00 – AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA À COMPRES-SÃO EXCÊNTRICA DE PAREDES DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE SOLO-CIMENTO
João Batista S. de Assis, Eduardo Chahud, Paulo Santos Assis (apresentação a cargo de Luciana Magalhães)

12h00-12h15 – Debate
12h30-14h00 – Almoço

Sessão 7A – TEMA 4: ARQUITECTURA VERNÁCULA e CONTEMPORÂNEA

Sessão 7A - Local: Auditório da Faculdade de Direito

14h15-14h30 – EARTHEN ARCHITECTURE AND SOCIOCULTURAL CHALLENGES
Hubert Guillaud*, Hugo Houben*

14h30-14h45 – INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA
Patricio Arias Cortés

14h45-15h00 – THERMAL PERFORMANCE OF CONTEMPORARY EARTH ARCHITECTURE IN PORTUGAL
Célia Macedo*, Smita Chandiwala

15h00-15h15 – A FASE DE TRANSIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CONTEMPORÂNEO DO MOVIMENTO MODERNO
Alice Ruano*, Aníbal Costa, Humberto Varum

15h15-15h30 – EARTH CONSTRUCTION IN THE NETHERLANDS
Charles Thuijls

15h30-15h45 – Debate
15h45-16h00 – Coffee-break (Bar da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra)

Sessão 7B – TEMA 3: TÉCNICAS, CONSTRUÇÃO, INVESTIGAÇÃO e DESENVOLVIMENTO

Sessão 7B - Local: Sala do Auditório da Faculdade de Direito

14h15-14h30 – CONSTRUÇÃO E FINALIZAÇÃO DA CASA DE APOIO DO PROJETO CRESCER: PERDAS E GANHOS
Rosana Soares Bertocco Parisi*, Glacir Teresinha Fricke, Esther Aparecida Cervini, Eliana Marcon Tramontina, Alkemarra de Paula Leite, Ana Gabriela Lopes Lance da Cunha, Maycon Douglas Costa, Wellington Gomes Barroso

14h30-14h45 – CABANAS DE MATERIAIS VEGETAIS NA HERDADE DA COMPORTA, TRADIÇÃO CONSTRUTIVA E NOVAS ABORDAGENS,
Patrícia Bruno, Paulina Faria*

14h45-15h00 – CHARACTERIZATION OF ADOBE BLOCKS FROM BURGOS
Ana Velosa*, Humberto Varum, Maria Sáez

15h00-15h15 – TERRA CRUA COMO SISTEMA CONSTRUTIVO NO ESTADO DO CEARÁ- LEVANTAMENTO DAS CONSTRUÇÕES EM ADOBE NA REGIÃO NORTE DO ESTADO
Ricardo Marinho de Carvalho*, Humberto Varum, Alexandre Araújo Bertini (a confirmar)

15h15-15h30 – THE MATERIALS UTILISED IN THE EARTHEN BUILDINGS SITED IN THE DRÂA VALLEY (MOROCCO): MINERALOGICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS
Eliana Baglioni; Fabio Fratini*; Luisa Rovero

15h30-15h45 – Debate
15h45-16h00 – Coffee-break (Bar da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra)

Sessão 8A – TEMA 4: ARQUITECTURA VERNÁCULA e CONTEMPORÂNEA

Sessão 8A - Local: Auditório da Faculdade de Direito

16h00-16h15 – TRABAJO DE ARQUITECTURA DE TIERRA EN BOLIVIA Y JAPÓN
Shinichiro Takahashi
16h15-16h30 – SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE RAIZ TRADICIONAL EM MOÇAMBIQUE: UMA ABORDAGEM
Margarida Donas Botto
16h30-16h45 – UM OLHAR SOBRE A CONSTRUÇÃO EM ADOBE NA FREGUESIA DE REQUEIXO – AVEIRO
Joana Maia*, José Aguiar
16h45-17h00 – ARQUITETURA VERNÁCULA NO BRASIL, UM ESTUDO SOBRE TIPOLOGIA E SISTEMA CONSTRUTIVO NA ZONA RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS
José Euzébio Costa Silveira
17h00-17h15 – A CONSTRUÇÃO EM TAIPA NA ALDEIA DA TRINDADE
Maria Eleonora Silva*, João Vieira Caldas
17h15-17h30 – AS TIPOLOGIAS HABITACIONAIS TRADICIONAIS NO VALE DO DRÂA (MARROCOS): A CASA-PÁTIO
Eliana Baglioni*; Saverio Mecca

17h30-17h45 - Debate
17h45-18h00 - Encerramento do Seminário (no Auditório da Faculdade de Direito)

Sessão 8B – TEMA 4: ARQUITECTURA VERNÁCULA e CONTEMPORÂNEA

Sessão 8B - Local: Sala do Auditório da Faculdade de Direito

16h00-16h15 – O ARQUIVO MUNICIPAL DE FERREIRA DO ALENTEJO EDIFÍCIO PÚBLICO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL
Edeltraud Vera Schmidberger
16h15-16h30 – HABITAT DOMESTICO BIOCLIMATICO DE INTERES SOCIAL EN TIERRA
Beatriz Garzón*, Edgardo Mele, Liliana de Benito (a confirmar)
16h30-16h45 – CONSTRUÇÃO COM TERRA CRUA NO CENTRO AMBIENTAL DE CABAÇOS, TERRA, VENTO, FOGO E ÁGUA
Ricardo Pires
16h45-17h00 – CARACTERIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM ADOBE NO CONCELHO DA MURTOSA
Sara Silva*, Humberto Varum, Daniel Bastos, Dora Silveira
17h00-17h15 – LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE EDIFICADO EM ADOBE NA CIDADE DE AVEIRO
Dora Silveira*, Humberto Varum, Aníbal Costa, Emília Lima*
17h15-17h30 – A CRIANÇA E A CONSTRUÇÃO COM TERRA: UMA EXPERIÊNCIA GRATIFICANTE
Rosana Soares Bertocco Parisi*, Esther Aparecida Cervini, Glacir Teresinha Fricke, Eliana Marcon Tramontina, Alkemarra de Paula Leite, Wellington Gomes Barroso, Camila Caroline Santos de Souza

17h30-17h45 – Debate
17h45-18h00 – Encerramento do Seminário (no Auditório da Faculdade de Direito)

(Nota: O programa do seminário dias 21 e 22 de Fevereiro é provisório e sujeito à confirmação das presenças e registo dos autores)



23 Fevereiro (Terça-feira)

Visita ao património arquitectónico em adobe no concelho de Ílhavo e ao sítio arqueológico de Conímbriga (apenas para os inscritos)

Locais: Ílhavo e Conímbriga (Condeixa).

08h15 – Saída do Hotel Astória em Coimbra;
09h40 – 11.45h Visita à Unidade Fabril da Vista Alegre em Ílhavo:
09h40 – Visita ao Teatro da Vista Alegre;
10h00 – Visita à casa nº 17 do Bairro (andar inferior e piso superior);
10h10 – Passeio pelo Bairro (Refeitório, Creche, Barbearia, Cooperativa, Fonte dos Amores);
10h30 – Visita à Fábrica (entrada pelo zona junto ao laboratório e saída pelo corredor da manufactura);
11h00 – Visita à Casa da Administração;
11h25-12h00 – Visita livre ao Museu, Capela Nª Sª da Penha de França e Lojas.
12h00-12h30 – Visita a uma casa de Brasileiro ou "à moda de Brasileiro" e à Vila Africana em Ílhavo (ambas as casas são na mesma rua de Ílhavo).
13h00-14h30 – Almoço no Clube de Vela da Costa Nova, Ílhavo.
15h45-17h00 – Visita ao sítio arqueológico de Conímbriga em Condeixa.
17h30-18h00 – Regresso a Coimbra, fim da viagem junto ao Hotel Astória.

Coordenadoras: Maria Fernandes e Alice Ruano.
Apoios: Câmara Municipal de Ílhavo e Museu Monográfico de Conímbriga.

24 Fevereiro (Quarta-feira)

9º Assembleia-Geral da Rede PROTERRA (apenas para os convocados)

Local: Instituto de Arqueologia - CEAUCP, Palácio de Sub-Ripas, Coimbra.
Organização: PROTERRA

10h00 – 9ª Assembleia-Geral da rede PROTERRA.
16h30 – Possível visita dos participantes à Biblioteca Joanina e sala dos Capelos e/ou Museu da Ciência (*Laborathorio Chimico*).

Apoio

ICOMOS-Portugal

ICOMOS-ISCEAH

FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia

Reitoria da Universidade de Coimbra

Câmara Municipal de Ílhavo

CONÍMBRIGA – Ruínas, Museu Monográfico

GECoRPA

Vista Alegre

Hotel Astória