

CORES DA TERRA

PRODUÇÃO DE TINTAS COM PIGMENTOS DE SOLOS

**Anôr F. Carvalho
Fernando P. Cardoso**





CORES DA TERRA

PRODUÇÃO DE TINTAS COM PIGMENTOS DE SOLOS



Textos | Anôr Fiorini de Carvalho e Fernando de Paula Cardoso

Projeto gráfico e diagramação | Fernando de Paula Cardoso

Revisão | Adelaide Luisa Novaes Dias e Alain Briatte Mantchev

Foto de capa | Registro de oficina realizada no ano de 2006 em assentamento de reforma agrária no município de Paracatu - MG.

Autoria: equipe técnica INCRA/MG

Ilustrações | Pâmela Starling Bergamini

Fotografias | Autores mencionados

C331c 2021	Carvalho, Anôr Fiorini de, 1954- Cores da terra [recurso eletrônico] : produção de tintas com pigmentos de solos / Anôr Fiorini de Carvalho, Fernando de Paula Cardoso -- Viçosa, MG : SBCS, 2021. 1 livro eletrônico (pdf, 72,3 MB). Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader. Disponível em: http://www.dps.ufv.br ISBN 978-65-990664-5-0 1. Tintas. 2. Pigmentos. 3. Processos de fabricação. I. Cardoso, Fernando de Paula, 1986-. II. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Leste. III. Título. CDD 22. ed. 667.26
---------------	---

Organização



Financiamento



Investindo nas populações rurais

APRESENTAÇÃO

Este manual tem a missão de divulgar os conhecimentos acumulados pelo projeto de pesquisa e extensão universitária Cores da Terra.

Ao longo dos anos, foram produzidos alguns materiais impressos de divulgação e capacitação reunindo conhecimentos empíricos. Depois de contribuir com pesquisas acadêmicas e sistematizar lições acumuladas por meio da interação com inúmeros atores, surgiu a necessidade de reunir os conhecimentos em uma publicação que abordasse tanto informações básicas sobre solos, quanto a descrição detalhada da técnica de produção de tintas para divulgação e capacitação profissional.

Considerando a importância de comunicar conceitos e procedimentos de forma clara, optamos por incluir ilustrações em sintonia com o texto. Incluímos também alguns exemplos práticos, para auxiliar a compreensão dos cálculos e recomendações para a produção das tintas de acordo com as características de diferentes tipos de solos.

Esperamos contribuir com a sociedade não apenas com uma técnica de produção de tintas, um material básico para a construção civil, mas também com uma ferramenta de interação comunitária que dá um novo sentido ao uso dos recursos naturais, nesse caso, os solos.



AGRADECIMENTOS

A publicação deste manual só foi possível devido aos apoios institucionais e ao empenho de inúmeras pessoas que executaram o projeto de pesquisa e extensão universitária Cores da Terra.

Agradecemos primeiramente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde o projeto nasceu, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) que, por meio da disponibilização de bolsas, possibilitaram o envolvimento dos estudantes que realizaram ao longo dos anos inúmeras atividades de pesquisa e extensão.

Entre as pessoas que nos inspiraram, agradecemos especialmente ao pintor viçosense Pedro Eugênio Quirino. Sem ele, o projeto Cores da Terra não existiria.

A realização das atividades de extensão universitária, das quais absorvemos continuamente os conhecimentos que foram incorporados nesse manual, foi potencializada por muitas instituições, entre elas: o Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeef, importante ponto de referência para divulgação científica dentro e fora da UFV; o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que apoiou a realização de oficinas em diversos assentamentos de reforma agrária de Minas Gerais; o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA), que difundiu a técnica em toda a região da zona da mata mineira; as redes TerraBrasil

e PROTERRA, dedicadas ao tema da arquitetura e construção com terra em âmbitos brasileiro e ibero-americano, que por meio de seus eventos favoreceram a difusão da técnica por toda a América Latina; e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), que difundiu a técnica de forma exemplar por todo o estado do Espírito Santo.

Devido ao êxito das ações realizadas pelo INCAPER em torno da difusão da técnica de produção de tintas com pigmentos de solos, a instituição recebeu em 2009 o Prêmio FINEP de Inovação na categoria Tecnologia Social e assim foi estabelecida uma importante parceria com o projeto Cores da Terra para a realização de pesquisas. Esta parceria representou uma nova fase da história do projeto. Naquele momento, foram estabelecidas novas parcerias, em especial com o Laboratório de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil da UFV e, com isso, a possibilidade de realizar pesquisas no laboratório Hercules, da Universidade de Évora – Portugal, que possibilitaram avanços importantes quanto a compreensão do desempenho das pinturas. Agradecemos, portanto, a estas instituições, sem as quais não alcançaríamos o conhecimento que hoje está disponível neste manual.

Por fim, agradecemos ao Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA) via Programa AKSSAM, à Universidade Federal de Viçosa, à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE) e ao Instituto de Políticas públicas e Desenvolvimento Sustentável – IPPDS/UFV por tornarem possível a produção e divulgação desse manual.

SUMÁRIO

CORES DA TERRA	01
OS PIGMENTOS DE SOLOS NO BRASIL	02
OS SOLOS	10
TINTAS: PRODUZIR E PINTAR	19
Coleta do solo	21
Testes	25
Produção	31
Preparação de substratos	38
Pintura	42
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES	46



Atividade realizada em 2006 no bairro Nova Viçosa, em Viçosa - MG. Foto: Marcelo Almeida

CORES DA TERRA

A criação do Projeto Cores da Terra se inspirou na técnica tradicional conhecida como barreado, que consistia em pintar paredes com a tabatinga (do tupi, “terra branca”). O desuso desta técnica foi motivado por sua baixa durabilidade e o advento da indústria de tintas, que passou a disponibilizar produtos com melhor desempenho e maior variedade de cores.

Diferente das tintas convencionais, a aderência desta “tinta” se dá apenas pelas características superficiais das partículas das argilas e pela porosidade e rugosidade do substrato, insuficientes para garantir sua resistência ao intemperismo e outros agentes, demandando, portanto, manutenções frequentes.

Uma das possíveis soluções para este problema seria transformar o barreado em uma tinta propriamente dita, por meio da adição de materiais ligantes, como a cola de amido, popularmente conhecida como “grude”, ou o poliacetato de vinila (PVAc), a cola branca.

Desenvolvido o primeiro método de produção, passamos a difundir a técnica aperfeiçoada por meio da distribuição de cartilhas e realização de cursos, cumprindo assim as funções de apresentar a ideia e mobilizar comunidades, membros de instituições religiosas, de assistência social e organizações governamentais e não governamentais em torno da possibilidade delas mesmas pintarem com suas próprias tintas.

A intensa difusão favoreceu o diálogo com os usuários, que passaram a contribuir com o desenvolvimento da técnica por meio de relatos de suas experiências. Muitos

afirmavam que ao usar o “grude” como ligante eram observados os mesmos problemas apresentados pelo barreado. Muitos preferiam o PVAc, que garantia maior aderência mas que, por outro lado, era inacessível a uma parte da população. Outros referiam-se à rápida decantação dos pigmentos, que prejudicava a homogeneidade da tinta e, logo, a qualidade da pintura.

Tais situações motivaram nossa busca pelo conhecimento dos diferentes processos de produção de tintas por meio do estudo da literatura especializada, do contato com pesquisadores e fabricantes e do acesso aos métodos de avaliação do desempenho recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela American Society for Testing and Materials (ASTM).

A experiência acumulada entre 2005 e 2010 foi decisiva para abandonarmos o “grude” e desenvolvermos tintas de baixo custo com pigmentos de solos, água e PVAc. Para tanto, foram realizados estudos sistemáticos que acumularam conhecimentos para aperfeiçoar o processo de produção e compreender os efeitos das características de diferentes pigmentos sobre o desempenho das pinturas (CARDOSO, 2015; CARDOSO, 2020).

Com isso, foi possível desenvolver um processo de produção de tintas eficiente, de baixo custo, que atende as normas de desempenho para tintas não industriais e que pode ser reproduzido por qualquer pessoa por meio deste manual.

OS PIGMENTOS DE SOLOS NO BRASIL

Os primeiros registros do uso de tintas e pigmentos remetem à arte rupestre, que está presente em todo o território brasileiro, sendo os registros mais conhecidos aqueles encontrados no Parque Nacional da Serra da Capivara, no estado do Piauí, que se destacam pela riqueza estilística, pelas técnicas de execução dos grafismos e também pela diversidade de cores (vermelho, amarelo, cinza, branco e preto), provenientes de óxidos de ferro, argilominerais e carvão. Casos similares também foram descritos em sítios arqueológicos dos estados de Minas Gerais, Bahia e Mato Grosso.

Com a invasão portuguesa e de outras nações europeias, outros materiais e técnicas foram introduzidos e reproduzidos no contexto da dominação do território. No entanto, mesmo trazendo conhecimento de técnicas difundidas historicamente em outras partes do mundo, os europeus enfrentaram dificuldades relativas à disponibilidade ou ao conhecimento das fontes naturais de materiais para uso como pigmentos e ligantes. Dificuldades provavelmente superadas por adaptações em função dos materiais disponíveis.

A pintura a cal, de tradição portuguesa, parece ter sido a mais relevante. No Brasil, a cal foi obtida, inicialmente, dos sambaquis, fonte de calcário de origem biológica comum em regiões litorâneas, de extração mais fácil se comparada à exploração de jazidas de calcário. Portanto, nas cidades litorâneas ou próximas ao litoral, a arquitetura era caracterizada pela cor branca das alvenarias de pedra argamassadas e pintadas à cal, enquanto nas cidades interioranas aparecia apenas

nas edificações consideradas importantes, misturadas com as tonalidades ocre das edificações populares revestidas apenas com argamassas de terra (RIBEIRO, 2004).

Na ausência da cal, a cor branca podia ser obtida da tabatinga. Sylvio de Vasconcellos, em seu estudo sobre a formação e o desenvolvimento de Vila Rica, atual Ouro Preto, cita um documento oficial de 1728 que afirma que, na falta da cal branca, as paredes deveriam ser “caíadas de tabatinga” (VASCONCELLOS, 1956, p.174). O mesmo autor, em outra obra, refere-se à cidade de Mariana, “onde se vê excelente oca (sic) amarela, e branca, e a esta dão o nome de tabatinga, que depois de preparada e limpa, supre as faltas do alvaiade, e dele se usa em várias pinturas” (VASCONCELLOS, 1979, p.177). Outros registros de fins do século XVIII referem-se ao uso da tabatinga como substituta da cal na cidade de São Paulo, extraída “num local próximo ao centro, conhecido como Tabatinguera” (TELLES, 1989, p.21) onde ainda hoje existe uma rua com o mesmo nome.

O jesuíta João Felipe Bettendorf fez referência aos barros com cores diversas que existiam em abundância nas ribanceiras, mas que apenas o branco era utilizado com frequência, que “posto de molho e passado por um panno, e depois bem cozido serve de tinta primeira” aos demais pigmentos, substituindo o “gesso do Reino” (BETTENDORF, 1910, p. 28, apud OLIVEIRA, 2018); o padre João Daniel comenta que o barro era “tão fino, alvo, e precioso como o



Sítio arqueológico da pedra pintada, em Barão de Cocais - MG. Foto: Fernando Cardoso

branco alvaiade” (DANIEL, 2004, v.1, p. 591, apud OLIVEIRA, 2018) e que assemelhava-se à cal e, como tal, era usado para a pintura de paredes e tetos, sendo comumente misturado com o sumo da mutamba (*Guazuma ulmifolia*), a fim de torná-lo mais resistente (DANIEL, 2004, v.1, p. 538, apud OLIVEIRA, 2018); no Solimões era usado para caiar as edificações, juntado à goma líquida extraída do tronco da sorveira (*Couma macrocarga* ou *Couma utilis*), a fim de lhe dar mais firmeza (BAENA, 2004, p. 37, apud OLIVEIRA, 2018); Francisco Xavier Ribeiro de Sampaio comenta que “Habitam neste lugar moradores brancos. As casas destes, e igualmente as dos índios são caiadas com tabatinga, espécie de greda alvíssima, a que juntam a goma líquida da sorveira, para lhe darem maior tenacidade, e coesão” (SAMPAIO, 1825 apud GUERRA, 2001), ao fazer referência ao município de Nogueira – AM; Spix e Martius, nos arredores de Ouro Preto, afirmam que a “cal aparece muito raramente, ao que se diz, razão porque o povo da província do Paraná emprega na construção de paredes uma tabatinga, que, aqui e acolá, forma depósito à margem dos rios e é queimada ao fogo, tornando-se branca” (SPIX e MARTIUS, 1938 apud GUERRA, 2001); Spix e Martius também comentam que na Ilha de Tupinambarana – AM, “Nas margens desbarrancadas do rio (...) encontra-se fina tabatinga de listas avermelhadas, esbranquiçadas ou violáceas, muito empregada no emboço das casas” (GUERRA, 2001 apud SPIX e MARTIUS, 1938); Auguste de Saint-Hilaire comenta que na maioria dos arraiais de Minas e Goiás, todas as casas “(...) são cobertas de telhas

e rebocadas com um barro branco que no interior do Brasil é chamado de tabatinga” (SAINT-HILAIRE, 1975 apud GUERRA, 2001); e Hercules Florence, referindo-se às casas da cidade de Cuiabá – MT, comenta que “Rebocam-se por fora as habitações com tabatinga, que lhes dá extrema alvura” (GUERRA, 2001 apud FLORENCE, 1977).

O conhecimento da técnica de pintura à tabatinga, o barreado, faz parte do ideário popular, ainda sendo possível encontrar casas e fornos “barreados” em algumas regiões, principalmente no interior de Minas Gerais.

Apesar da cal e da tabatinga conferirem cor e também atuarem como elemento de proteção das superfícies sobre as quais são aplicadas, estas não constituem tintas propriamente ditas, pela ausência de materiais ligantes em suas composições.

No caso da cal, a formação da camada de revestimento se dá pela carbonatação do Ca(OH)_2 , sem a necessidade de um material ligante para aderir as partículas entre si e com as superfícies; e, no caso da tabatinga, a aderência é promovida apenas por interações físicas entre as partículas que a compõem e o substrato. Em ambos os casos, mas principalmente no último, as pinturas apresentam limitada resistência ao intemperismo.

O uso de materiais ligantes, como o óleo de linhaça e as têmperas, parece ter se limitado, no período colonial, às tintas destinadas à pintura de madeiras e metais. Sendo importados e caros, tais materiais eram aplicados apenas quando indispensáveis à proteção das superfícies contra o



Prática do barreado em comunidade rural de São Joaquim - Araponga - MG.
Foto: Fernando Cardoso

intemperismo (RIBEIRO, 2004).

Conforme Ribeiro (2004), até o final do século XIX, as cores das cidades mantiveram-se as mesmas, mesmo com o processo de modernização das edificações coloniais, que resultou apenas na adoção mais intensa dos ocre amarelados e roxos, limitando o espectro de cores aos dos solos.

Portanto, mesmo coincidindo com um período marcado pelo desenvolvimento da indústria química na Europa e EUA e, logo, com o surgimento de diversos tipos de pigmentos, ligantes e tintas, o custo de tais produtos ainda era, provavelmente, dispendioso, sendo acessível apenas a uma pequena parcela da população brasileira.

Este cenário se modifica a partir do início do século XX, superando o branco colonial e o amarelo ocre neoclássico, provavelmente devido à importação de materiais, como o óleo de linhaça e pigmentos de outras cores, mais resistentes aos efeitos da alcalinidade da cal (RIBEIRO, 2004). Tais produtos eram comprados pelos pintores que preparavam as suas próprias fórmulas e misturas (TELLES, 1989).

Foi também no contexto da transição do século XIX para o XX que se instalaram no Brasil as primeiras fábricas de tintas, sendo a primeira em 1886, na cidade de Blumenau, Santa Catarina, e a segunda em 1904, na cidade do Rio de Janeiro, ambas fundadas, respectivamente, pelos imigrantes alemães Paulo Hering e Carlos Kuenerz. A primeira (Tintas Hering S.A.) dedicou-se exclusivamente à produção de materiais e artigos para artistas. Já a segunda (Usina São Cristóvão), fundada por Carlos Kuenerz,

dedicou-se, inicialmente, à produção de tintas em pó extraídas de minerais (TELLES, 1989).

Os raros registros da manufatura de pigmentos no contexto brasileiro situam em Ouro Preto, Minas Gerais, os primeiros empreendimentos dedicados à exploração de ocre naturais, talvez motivada pela exploração do ouro e outros minerais naquele território.

A serra de Antônio Pereira parece ter sido um importante local de exploração de pigmentos, onde o industrial Carlos Kuenerz possuía permissão para explorar “tintas”, conforme documento datado de 1921, constante do Livro nº4 de Registros e Contratos da Câmara Municipal de Ouro Preto.

Os registros da exploração aparecem em solicitações e contratos lavrados pela Câmara Municipal de Ouro Preto entre o final do século XIX e início do XX e referem-se sempre aos termos “terras coloridas”, “ocres”, “ocras” e “tintas”, que seriam exploradas no “Morro do Taquaral”, na região da “Pedra de Amolar”, no “Morro de São Sebastião”, na “Serra da Brígida” e na “Serra de Antônio Pereira”, entre os anos de 1897 e 1928 (APMOP, 1896-1917; APMOP, 1917-1927; APMOP, 1927-1959).

Em artigo publicado em 1945, confirma-se que “As ocras (sic), com largo emprego na fabricação de tintas, há mais de vinte anos que tem os seus depósitos conhecidos e explorados nas redondezas de Ouro Preto, donde se faz exportação do produto para o Rio de Janeiro, São Paulo e Argentina” (MORAES, 1945, p.54).

se pagar a tão somente o imposto de dois mil
reis (2000) de cada uma vez abatida, ficando
isento do imposto de acanques.

Eu Sebastião Maggi, Salve, mestre
e de amara e de amara

Randolpho José Pereira
Procurador. N.º 1000 de amara
O Fio do João



Cadmus

Contracto celebrado
entre a Agencia execu-
tiva Municipal e o Ge-
neral Joaquim da Cos-
ta Mattos, para a ex-
ploração de terras colori-
das.

Aos vinte e sete dias do mez de Janeiro
de 1894, na secretaria da Camara Municipal
de Ouro Preto, perante o Sr. Randolpho José Per-
reira Britas, agente executivo Municipal, com-
pareceu o Sr. General Joaquim da Costa Mattos
para celebrar contracto, de accordo com a
resolução da Comara de 25 do corrente mez, e

Um dos locais de exploração de pigmentos citado nos referidos documentos é o distrito de Antônio Pereira, onde ainda se encontram as ruínas do “Antigo barracão das tintas”, conforme o registro de bens inventariados pela prefeitura de Ouro Preto. O inventário das ruínas (SMCOP, 2007), faz referência ao que seriam os “tanques usados na fabricação de tintas” sem, no entanto, apresentar descrições mais detalhadas, dado o avançado estado de degradação das estruturas. Também apresenta a informação, baseada em relatos de moradores, de que a fábrica beneficiava sulfato de bário (baritina), tendo encerrado suas atividades na década de 1930.

Lamentavelmente, as ruínas registradas em tal inventário no ano de 2007 já não existiam na ocasião de uma pesquisa de campo realizada ao início do ano de 2019, perdendo-se, portanto, um importante resquício de uma atividade pouco conhecida no território brasileiro.

Outro local de exploração foi o distrito de Rodrigo Silva, onde ainda se encontram as ruínas de uma antiga estrutura usada, provavelmente, como depósito de pigmentos em estado bruto, pois, a partir de uma análise geral não foram encontradas evidências de estruturas de beneficiamento de pigmentos.

O número 346 da Revista de Química Industrial faz referência à exploração da baritina, barita ou sulfato de bário, outro tipo de pigmento, de cor branca, empregado na formulação de tintas como carga inerte. Este era encontrado em faixas no calcário dolomítico, encaixado entre os quartzitos e filitos, ocorrendo nas localidades de “Igreja Velha”, a 1 km a sudeste do distrito de Antônio Pereira, Timbopeba, Chacrinha, Cintra e Bom Jesus, nos arredores da cidade de Ouro Preto (ABREU, 1961).

“Segundo o Eng. Lacourt, as faixas mineralizadas com baritina variam de alguns centímetros até 1,8m; o mineral é quase sempre muito puro, de cor branca e aspecto sacaróide e tem sido usado pelas fábricas de tintas de São Paulo e Rio de Janeiro. As ocorrências conhecidas, entretanto, formam jazidas de potencial limitado a algumas milhares de toneladas. Em vista da grande pureza da baritina de Ouro Preto, tem sido possível a sua exploração por seleção manual” (ABREU, 1961, p.13).

Ainda na região de Ouro Preto, Jean-Marie Triat menciona em “Les ocre”, que o ocre amarelo, de origem laterítica, era explorado no estado de Minas Gerais, próximo a Ouro Preto e que o material era também usado como matéria-prima para obter o ocre vermelho por calcinação em fornos à lenha (TRIAT, 2010). O autor parece se referir à empresa Morgan Mineração Indústria e Comércio Ltda, fundada em 1947 no município de Rio Acima – MG por João Morgan da Costa, ora sucedida pela empresa Óxido de Ferro Rio Acima, que ainda beneficia e comercializa ocre.

Com o desenvolvimento da indústria química, muitos pigmentos de origem mineral, obtidos de rochas e solos, foram substituídos e, atualmente, seu uso industrial restringe-se às cargas minerais, pigmentos que não tem função de dar cor e sim de melhorar as propriedades e o desempenho das tintas.

OS SOLOS

Duas palavras que parecem representar a mesma coisa ornamentam este manual: terra e solo. Entretanto, elas têm significados diferentes: quando falamos terra, tratamos da origem e do destino da humanidade, do nosso sustento, do planeta em que viajamos, ou seja, da mãe terra; quando falamos solo nos referimos ao material que cavamos, onde plantamos, que usamos para construir e tem características físicas próprias, ou seja, um objeto. Vamos então abordar um pouco do conhecimento sobre esse objeto, o solo.

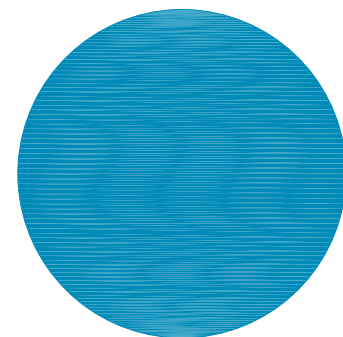
A origem dos solos começa com a formação das primeiras rochas. Tudo indica que o planeta terra já foi uma bola de massa fundida que foi esfriando aos poucos e solidificando em uma camada mais externa. Daí surgem as rochas que conhecemos. A parte mais interna do planeta continua quente e fundida. De vez em quando essa massa extravasa nas rachaduras da camada externa do planeta, expelida pelos vulcões, e resfria formando rochas. As rochas sólidas expostas são decompostas pela ação do tempo. Os blocos rochosos expandem e contraem com a variação de temperatura e trincam. Daí as chuvas, o vento, as plantas e os animais vão penetrando nas trincas e produzindo materiais cada vez mais pulverizados. Os blocos maiores se partem gerando progressivamente cascalhos e depois areias. Algumas areias resistem até mesmo com os fortes impactos das ondas nas praias. Outras areias continuam a decomposição e geram partículas um pouco menores chamadas de silte. Solos com muito silte têm

textura sedosa. O destino final da decomposição faz as partículas de silte se transformarem em argila.

As argilas são as menores partículas sólidas formadas na superfície terrestre e se dividem em dois grupos: os óxidos, que têm formato equidimensional, e as argilas silicatadas, que possuem formato laminar. As argilas oxídicas e as partículas de silte são as grandes responsáveis por conferir cor aos solos. As argilas laminares contribuem para o comportamento físico dos solos e, quando ocorrem puras, comumente conferem a cor branca aos solos. A forma das argilas laminares e alguns tipos de silte pode ser comparada com “cartas de baralho”.

Na Figura 1 as partículas de argila laminares foram aumentadas milhares de vezes em um microscópio eletrônico de varredura. Ou seja, em uma ponta de agulha cabem milhares de partículas de argila. Observem o formato laminar das partículas individuais.

Resumindo, as partículas minerais estáveis dos solos podem ter tamanho de areia, com diâmetro maior que 0,2 mm, de silte, com diâmetro entre 0,002 e 0,02 mm, e de argila com diâmetro menor que 0,002 mm.



Relação entre os diâmetros das partículas de areia, silte e argila

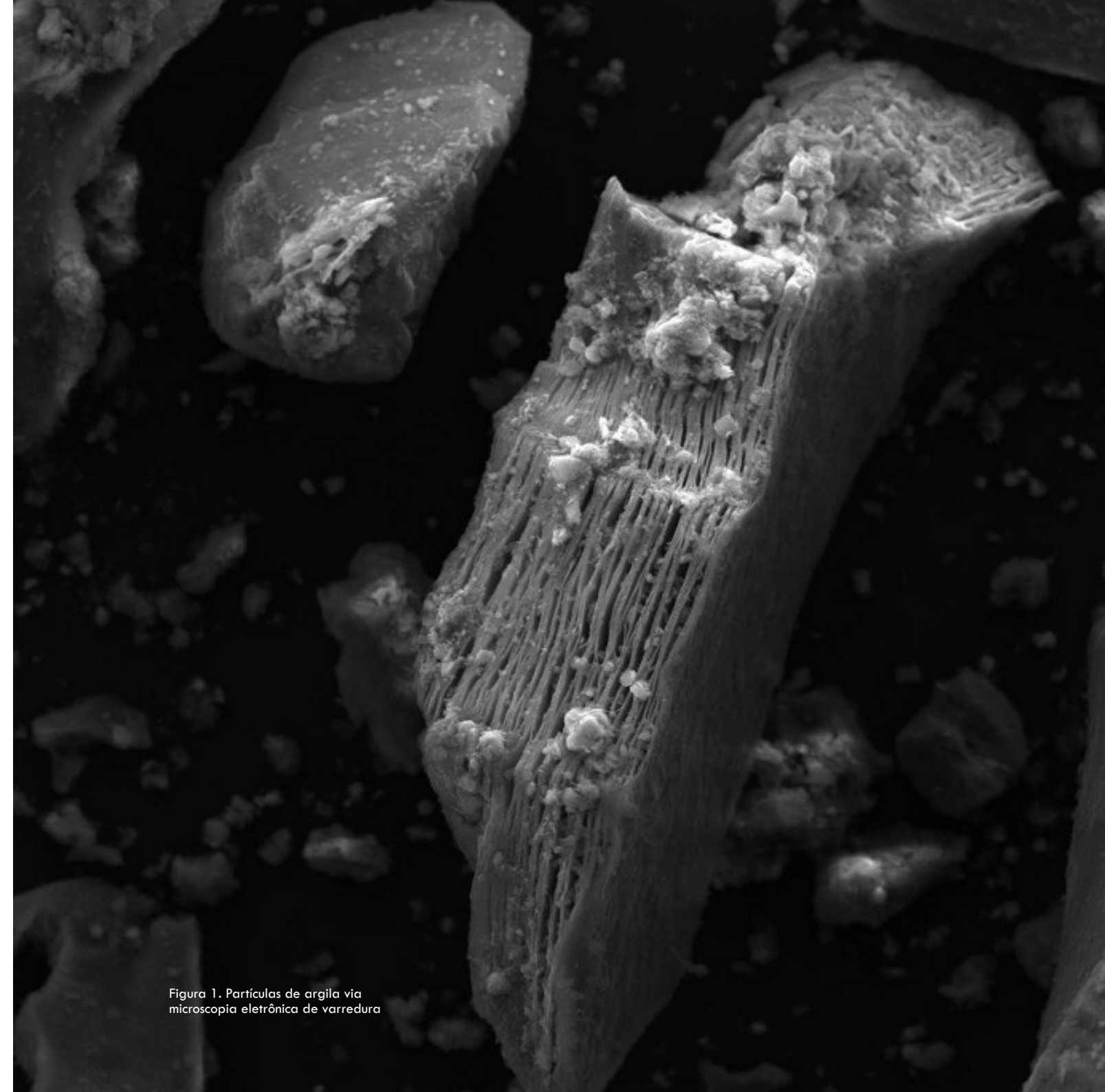


Figura 1. Partículas de argila via microscopia eletrônica de varredura

A Figura 2 mostra um solo que foi agitado intensamente em um vidro, separando os três tamanhos de partículas. As partículas de areia são mais pesadas, por isso decantam mais depressa e se depositam no fundo. As partículas de silte se depositam na camada intermediária e as partículas de argila, mais leves, demoram mais a decantar e se acumulam na camada superficial.

Na história da formação dos solos existe um personagem muito importante. Imaginem que uma partícula de areia role sobre uma superfície. À medida que vai rolando, a partícula de areia vai atraindo partículas um pouco menores em torno dela, chamadas de partículas de silte. Daí que, nos espaços entre a areia e o silte cabem milhares de partículas de argila que funcionam como uma cola.

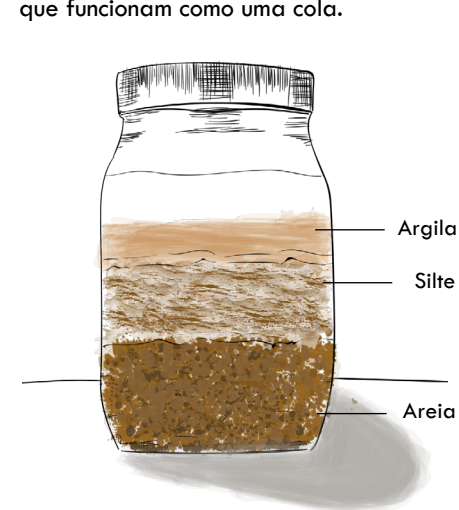


Figura 2. Vidro contendo solo que foi agitado fortemente para desagregação dos torrões de solo e deixado em repouso para decantar. As partículas de areia mais pesadas caem mais depressa e sedimentam no fundo. As partículas de silte se acumulam logo acima. As partículas de argila, que são menores e mais leves, se depositam lentamente em cima. Dependendo do solo, a água acima das partículas pode ficar limpa ou um pouco turva com argila muito fina suspensa.

Além das argilas, os solos contêm substâncias orgânicas com tamanho parecido ao das argilas, conhecidas como matéria orgânica. A matéria orgânica surge da decomposição das folhas, raízes, insetos e milhares de seres vivos que habitam os solos. Essas substâncias têm cores escuras e se aderem às partículas de areia, de silte e de argila. As substâncias orgânicas também funcionam como uma cola. Ou seja, as argilas e a matéria orgânica agregam as partículas dos solos. Assim nasce o personagem principal dos solos, que chamamos de agregado. A Figura 3 mostra agregados que são torrões que reúnem partículas maiores de areia e silte aderidas umas às outras pelas argilas e matéria orgânica.

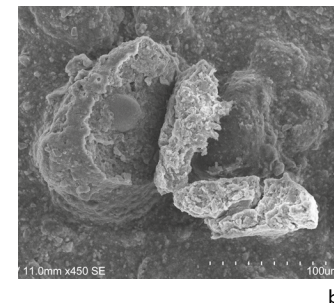
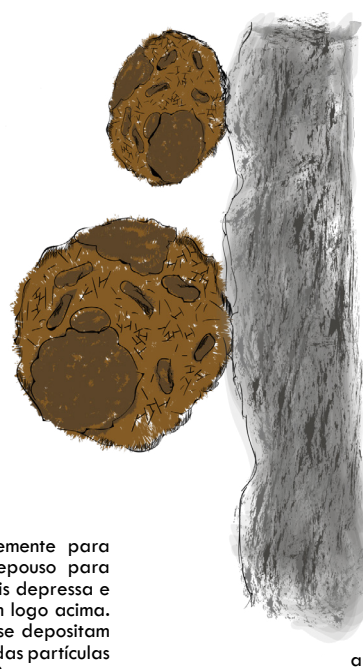


Figura 3a. Corte aumentado de uma parede mostrando rugosidade e um torrão de solo aderido. O torrão é um agregado composto de partículas grandes de areia, partículas médias de silte e partículas pequenas e muito pequenas de argila, representadas por pequenos tracinhos e matéria orgânica de cor marrom. As argilas e a matéria orgânica funcionam como adesivo que reúnem todas as partículas de um torrão. A área do torrão que fica aderida à parede é pequena em relação ao restante da área do torrão. Figura 3b. Imagem microscópica de agregado de partículas presente em amostra de tinta aderida em substrato de argamassa.

É importante notar que dentro dos agregados existem poros pequenos, chamados de microporos e, entre os agregados temos poros maiores, chamados de macroporos. Para observarmos os agregados tomamos uma porção de terra nas mãos e desfazemos com os dedos sem amassar. Os agregados são aqueles torrões que se apresentam com formato regular. A forma mais comum dos agregados é a esférica, entretanto, existem solos com agregados cúbicos ou colunares.

O grande mérito das argilas laminares e da matéria orgânica é formar torrões porosos. É como se construíssem um “castelo de cartas” em que as bordas das cartas se ligam na face das outras cartas. Na Figura 4 vemos um detalhe de um agregado onde as argilas laminares estão organizadas dessa forma. Entre as cartas existe um espaço livre por onde a água e o ar podem passar, que são os microporos.

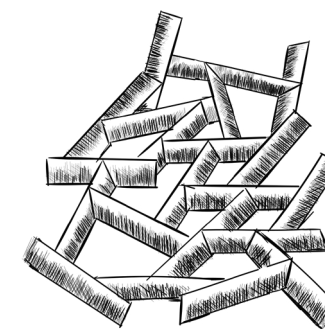


Figura 4. Lâminas de argila organizadas na forma de um “castelo de cartas”. A borda de uma lâmina é atraída pela face de outra lâmina. Assim, as argilas formam um esqueleto que contém poros pequenos dentro do castelo de cartas e envolvem as partículas de silte e areia.

Os agregados possuem duas características muito importantes para os agricultores: são torrões resistentes e porosos. Um bom agricultor é um produtor desses

agregados. No entanto, se para os agricultores a agregação é benéfica, para produzir tintas a agregação é um problema. Para pintarmos uma parede não é possível usar os agregados como estão nos solos. Se usarmos os agregados para pintar colocaremos pequenos torrões arredondados e porosos na superfície das paredes.

A Figura 3a apresenta essa situação indicada nos pontos de contato entre os agregados e uma parede. Cada torrão isolado encosta nos outros e nas paredes com uma pequena superfície de contato, reduzindo a sua aderência. O mesmo ocorre com as partículas de areia. Quando colocamos apenas areia nas paredes sem um cimento ou uma cola ela se desgarra e cai.

Outro problema apresentado pelo uso dos solos com agregados no estado natural é a absorção de água. A porosidade elevada dos agregados favorece a absorção de água que promove a sua expansão. Essa água pode ser absorvida tanto pelo contato com as chuvas quanto da umidade do ar. As variações de umidade do ar acontecem tanto entre estações chuvosas e secas quanto diariamente entre o dia e a noite. O umedecimento e secagem dos agregados faz com que a expansão e contração, repetidas muitas vezes, promovam o trincamento da pintura.

Por isso, para preparar tintas, é importante desmontar o “castelo de cartas” dos agregados e montar com outra organização para reduzir a porosidade.

O processo de desmonte do “castelo de cartas” ocorre na natureza. A força do impacto de gotas de chuva que caem diretamente sobre os agregados de um solo sem cobertura vegetal desmonta os agregados. Observe que a água das goteiras dos telhados bate no

solo e respinga nas paredes das casas colorindo com a cor da terra. É como se “pintassem” as paredes com as partículas finas desagregadas. Outro processo natural que promove esse desmonte são as enxurradas que transportam os solos e atritam os agregados uns contra os outros, ou com os obstáculos nas correntezas. Quando, por fim, os sedimentos depositam, os agregados estão desmontados e formam uma estrutura compacta.

A Figura 5 dá uma ideia de como as argilas laminares e os siltes ficam organizados depois de serem desagregados por ação mecânica e reorganizados. Esse acúmulo organizado acontece tanto em uma enxurrada que se acumula em uma poça de água e decanta quanto em uma camada de solo desagregado aplicada sobre uma parede. Eles formam uma camada compacta com baixa porosidade. As partículas organizadas dessa forma têm uma elevada área de contato entre si e com uma parede, no caso de uma pintura.

As partículas de argila e de silte com formato laminar se ajustam perfeitamente face a face reduzindo a porosidade total (RESENDE et al., 2014). Esse processo também acontece quando produzimos tijolos e amassamos o barro. Os tijolos têm uma alta densidade e são muito mais compactos do que os solos de onde foi retirado o barro. A superfície de contato entre as partículas é máxima. É como se colocássemos duas placas de vidro uma contra a outra e uma fina camada de água entre elas. As duas placas se juntam com forças muito grandes. Por isso, quando trabalhamos com solos argilosos, as partículas entram debaixo das unhas ou nas ferramentas e custam a sair. Com argilas é possível moldar figuras, vasos e outros objetos. Já as areias e os siltes não se

agarram como as argilas. Com as areias e siltes não conseguimos produzir uma massa moldável ou plástica.

Em outras palavras, um agricultor cultiva a estrutura dos solos em agregados para garantir a vida, enquanto quem produz tintas desmonta a estrutura dos agregados para organizá-los na forma de uma película que

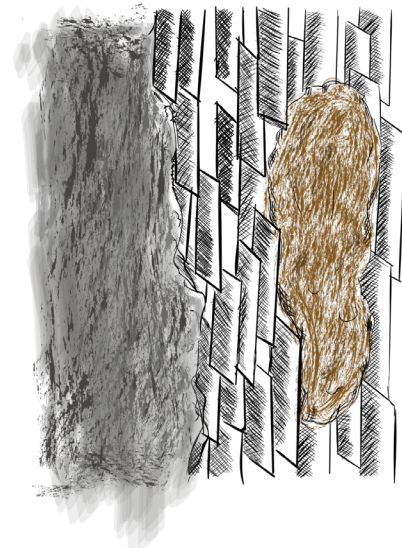


Figura 5. Corte aumentado de uma parede mostrando rugosidade e um filme de tinta preparado com solo e aplicado na parede. Os torrões foram desagregados pela ação mecânica de um disco cowles movido por uma furadeira. A areia foi retirada com peneiramento. A partícula de silte está totalmente envolvida com lâminas de argila. O “castelo de cartas” que existia no torrão de solo foi desmontado. As partículas laminares de argila foram todas organizadas face a face, aumentando o contato entre elas, entre elas e a partícula de silte e entre as partículas da tinta e a superfície da parede. A cola branca usada para fazer a tinta funciona como ligante que une as partículas da tinta entre si e estas na parede. Observem que a porosidade é menor quando comparada com a porosidade no “castelo de cartas”. Além disso, a área de contato entre as partículas de solo e a parede é muito maior do que se fossem torrões redondos, como mostrado na Figura 3.

chamamos de pintura. O desmonte dos agregados pode ser feito com dois tipos de força: as químicas e as físicas. As forças químicas envolvem a mudança da acidez e exigem um controle laboratorial do processo em um nível

industrial, que não é o objetivo desse manual. As forças físicas imitam as forças naturais como a do impacto das chuvas ou das enxurradas, ou até mesmo da compactação pela passagem contínua de animais ou provocada pelas rodas dos veículos. A experiência acumulada no projeto Cores da Terra e aperfeiçoada em pesquisas (CARDOSO, 2015; CARDOSO, 2020), demonstrou que o uso de um disco cowles (Ver Apêndice 1) é eficiente para desmontar os agregados e reorganizar as partículas laminares para preparar as tintas. As tintas de boa qualidade possuem as partículas de silte e de argila bem distribuídas na água, formando uma consistência cremosa que facilita a aplicação. Depois da aplicação a água evapora e as partículas se aproximam de forma organizada, formando um filme. Por isso, o desmonte dos agregados é essencial para suspender as partículas de silte e de argila na tinta.

À medida que as rochas vão decompondo são formadas camadas geralmente paralelas. A Figura 6 apresenta as camadas de um solo completo, incluindo a rocha mãe. A camada superficial do solo possui os maiores teores de matéria orgânica adicionada pelas plantas e outros seres vivos. Por isso, ela tem coloração mais escura e os agregados têm formato arredondado. A matéria orgânica é o agente agregador mais importante nesta camada. Chamamos essa camada superficial de Horizonte A. Em uma camada logo abaixo crescem raízes mais profundas e os seres vivos tais como formigas, cupins, minhocas e outros constroem seus ninhos e movimentam as partículas. O teor de matéria orgânica é muito menor nessa camada do que na camada superficial. Por isso, essa camada não tem cores tão escuras ou acinzentadas como o Horizonte

A. As argilas são os elementos agregadores mais importantes para formar os agregados nessa camada. Chamamos essa camada de Horizonte B.

Por fim, em camadas mais profundas a influência da matéria orgânica é mínima e a quantidade de argilas diminui bastante. A maior quantidade de areia e silte nas camadas mais profundas dificulta a formação de agregados. As partículas dessas camadas permanecem isoladas e são facilmente retiradas pela ação das chuvas quando expostas. Ou seja, a agregação é pouco observada nas camadas mais profundas. Chamamos essa camada de Horizonte C.

Abaixo de todas as camadas vem o Horizonte R, ou seja, a própria rocha. Um solo maduro e desenvolvido possui todos esses horizontes, A, B, C e R. Solos muito jovens possuem apenas o Horizonte A repousando sobre a rocha. Existem solos jovens pouco profundos que possuem o Horizonte A, o Horizonte C e o Horizonte R, faltando neles o Horizonte B.

A identificação dos horizontes do solo é muito importante para escolher os materiais adequados à produção das tintas.

A camada superficial, que é o Horizonte A, possui teores de matéria orgânica que favorecem o desenvolvimento de microrganismos, principalmente os fungos que degradam as tintas e, portanto, não deve ser usada como fonte de pigmentos. As camadas subsuperficiais, que são o Horizonte B e o Horizonte C, podem ser usadas. A baixa agregação das partículas no Horizonte C favorece a produção de tintas com boa qualidade.

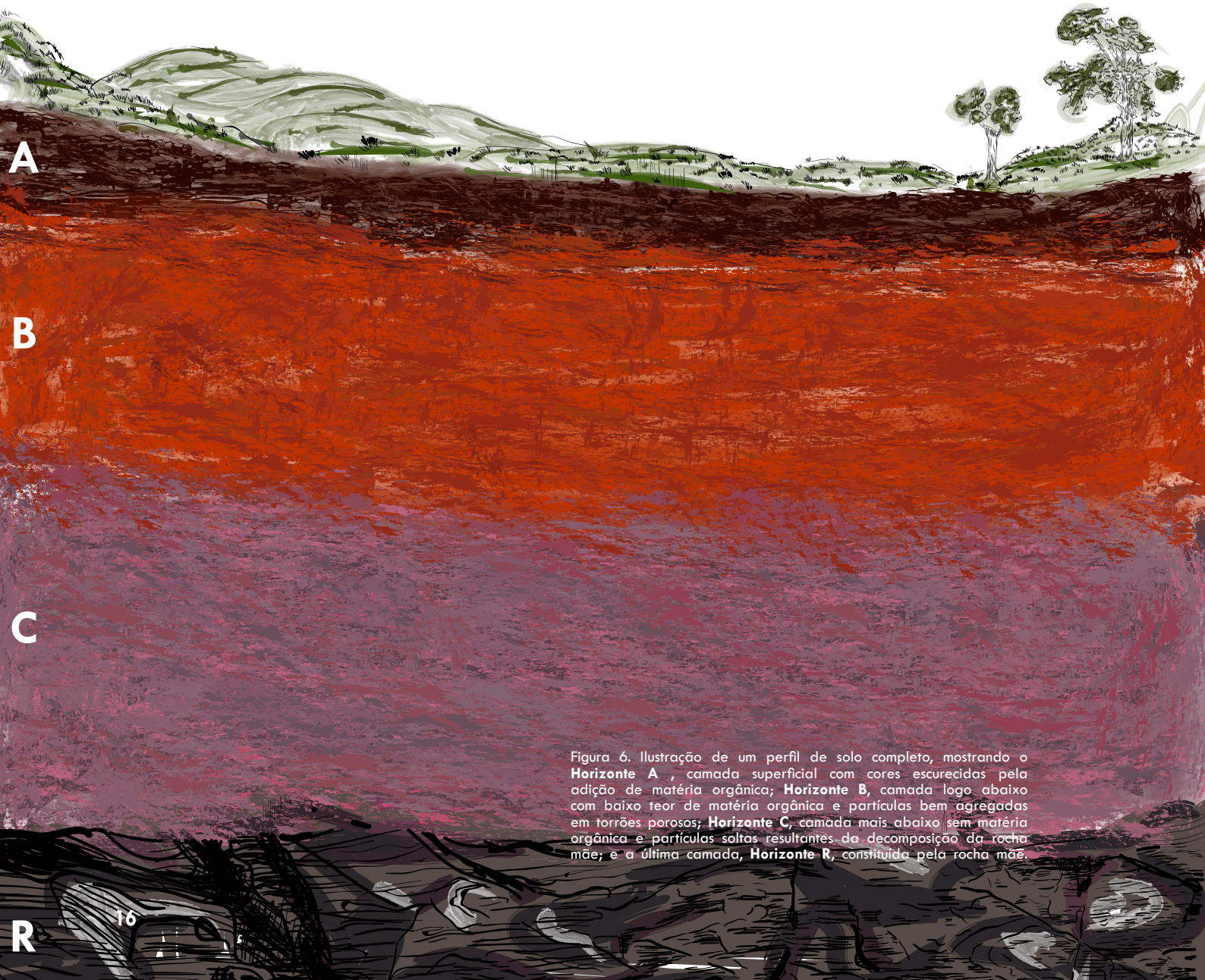


Figura 6. Ilustração de um perfil de solo completo, mostrando o **Horizonte A**, camada superficial com cores escurecidas pela adição de matéria orgânica; **Horizonte B**, camada logo abaixo com baixo teor de matéria orgânica e partículas bem agregadas em torrões porosos; **Horizonte C**, camada mais abaixo sem matéria orgânica e partículas soltas resultantes da decomposição da rocha mãe; e a última camada, **Horizonte R**, constituída pela rocha mãe.

A outra propriedade das partículas finas dos solos importante para a produção das tintas é a cor, ou melhor, as cores da terra. A origem das cores depende dos elementos químicos que constituíam as rochas e do processo de decomposição que as atacou. Uma rocha ou uma camada de rocha que não possua ferro dá origem a partículas de cores claras, muito frequentemente de cor branca. Em rochas ou em camadas de rochas que possuem ferro e tenham porosidade para a penetração do oxigênio, ocorre a oxidação que dá origem a partículas que possuem cor vermelha em ambientes com pouca umidade e amarela em ambientes mais úmidos. Em locais onde os solos permanecem completamente encharcados durante todo o ano o oxigênio fica totalmente ausente. Nesses casos o ferro sofre a reação contrária da oxidação e se dissolve totalmente sem proporcionar nenhuma cor ao solo. Nesses ambientes, as partículas

finas, principalmente as argilas, conferem as cores claras aos solos. Esses solos são a fonte dos barros brancos (tabatinga).

As partículas finas dos solos, sejam elas argila ou silte, ocorrem principalmente nos Horizontes B e C, de onde, portanto, deverão ser extraídos os pigmentos com os quais produziremos as tintas. A enorme diversidade de cores encontradas nos solos se deve à sua natureza heterogênea, ou seja, os solos são compostos por diferentes materiais com diferentes características e em diferentes proporções.

Portanto, as tintas e pinturas produzidas com os pigmentos obtidos dos solos refletem a beleza e a complexidade da natureza, não sendo possível manter-se um padrão de cores como o que existe nas tintas industrializadas. Do ponto de vista estético, cada pintura com pigmentos de solos constitui uma obra única.



Pintura mural realizada com pigmentos de solos em San Pedro de Atacama - Chile. Foto: Vincent Pierre



Foto: Fernando Cardoso

TINTAS

PRODUZIR E PINTAR

As tintas são usadas para embelezar e proteger os substratos. Assim como nossa pele, a pintura protege as partes internas das paredes dos edifícios e estará em contato permanente com o meio ambiente. Este meio pode promover uma série de danos às pinturas. A resistência a estes danos dependerá da qualidade da tinta e, principalmente, das condições do substrato. Sem isso, a dimensão estética da pintura será comprometida por meio da manifestação de patologias.

A qualidade da tinta dependerá da reprodução rigorosa do processo apresentado nas próximas páginas e também da qualidade do PVAc, que deverá ser o mesmo empregado para colagem de madeira (vendido em lojas de materiais de construção) e não aquele para uso escolar (vendido em papelarias).

Quanto ao substrato, nenhuma tinta funcionará bem se ele não apresentar boas condições para isso. Portanto, sua preparação é fundamental. Além disso, enfatizamos que as tintas produzidas conforme as instruções a seguir são recomendadas para pintar substratos minerais porosos, ou seja, paredes, e não outros materiais.

A tinta é, portanto, apenas uma das partes de um sistema. Logo, entre a produção da tinta e a pintura, muitas etapas devem ser superadas para alcançar resultados satisfatórios.



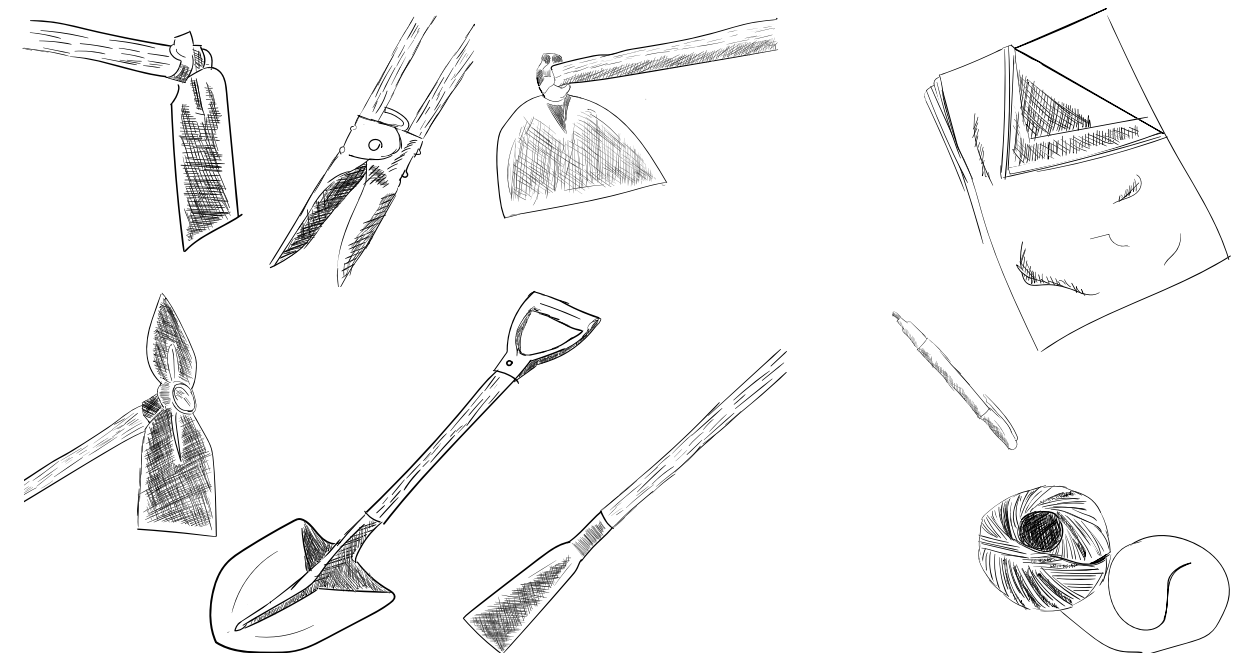
Foto: Vellozia Filmes

COLETA DO SOLO

O solo é o material em estado natural que será coletado para obtenção dos pigmentos. Sua coleta será realizada em duas etapas, sendo a primeira com caráter exploratório, para obter amostras de diferentes tipos de solos para realização de testes. A segunda etapa destina-se à coleta de amostras selecionadas para produzir maiores volumes de tinta. O trabalho em etapas evita a coleta de grandes volumes de solo que porventura não sirvam para produzir tintas, economizando tempo e trabalho, além de reduzir impactos no meio ambiente.

Para realizar os testes devem ser coletadas pequenas amostras de solos, com volumes de aproximadamente 2 litros, em diferentes localidades e posições do relevo, lembrando que os solos presentes nos horizontes B e C são os adequados. Isso permitirá a obtenção de amostras com diferentes cores e composições granulométricas. Após a realização dos testes serão definidas as amostras definitivas que, em seguida, serão coletadas para produzir maiores volumes de tinta.

Materiais e ferramentas



Como coletar

Situação 1 | Coleta em barranco exposto



ETAPA 1. Fazer limpeza superficial do barranco.



ETAPA 2. Remover a camada superficial de aproximadamente 5 cm de espessura e descartar.



ETAPA 3. Forrar a base do barranco com saco plástico, cavar com enxadão ou sachó e retirar amostras uniformemente em diferentes posições sem abrir buracos para assim evitar danos à estrutura do barranco e, logo, desmoronamentos e erosão. Retirar amostras com cuidado para evitar contaminações com materiais de origem orgânica ou outros tipos de solos. Sempre limpar bem as ferramentas a cada coleta.



ETAPA 4. Armazenar em sacos plásticos, amarrar com barbante e identificar a amostra.

Fotos: Vellozia Filmes

Como coletar

Situação 2 | Coleta em superfície plana



ETAPA 1. Remover com enxadão a camada superficial (horizonte A) e reservar.



ETAPA 2. Cavar com enxadão ou cavadeira para retirar amostras com cuidado para evitar contaminações com materiais de origem orgânica ou outros tipos de solos. Sempre forrar com saco plástico e limpar bem as ferramentas a cada coleta.



ETAPA 3. Armazenar em sacos plásticos, amarrar com barbante e identificar a amostra.



ETAPA 4. Ao finalizar a coleta, tapar o buraco aberto com a camada superficial (horizonte A) que foi removida na etapa 1 e compactar para assim evitar acidentes e erosão.

Fotos: Vellozia Filmes

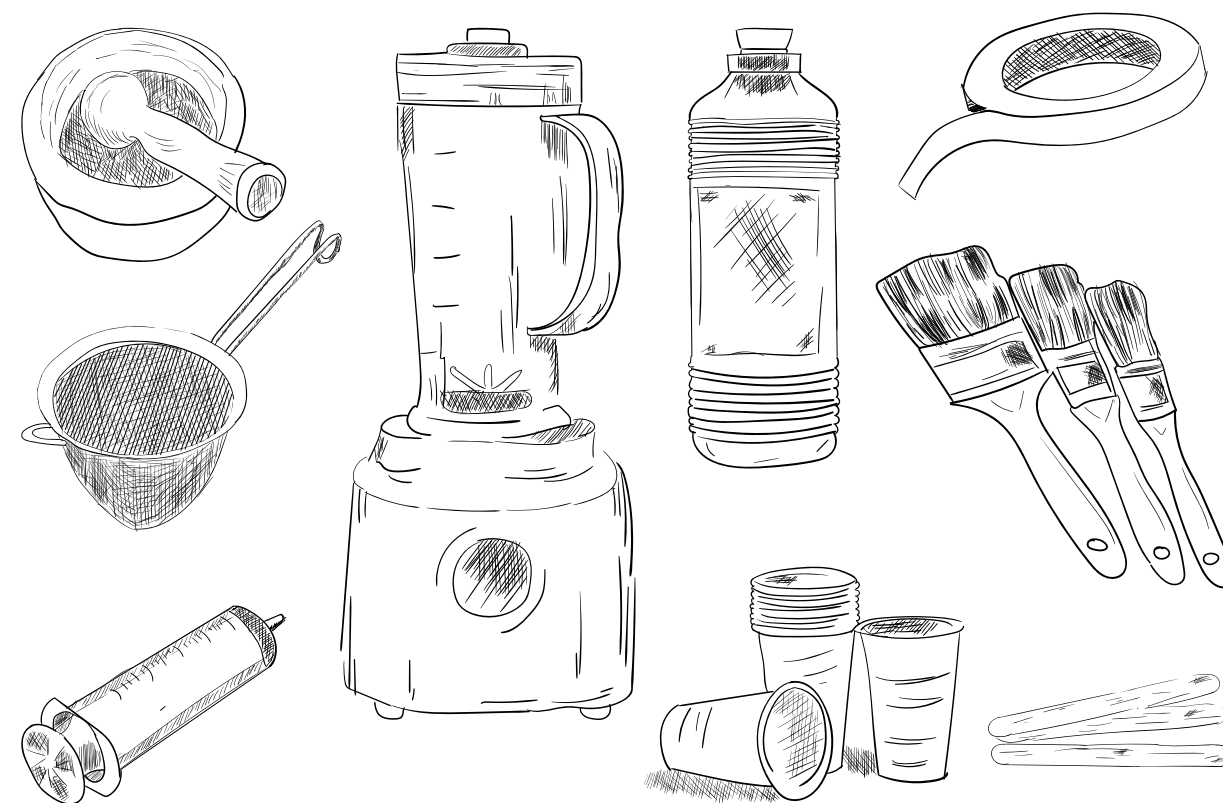


Foto: Fernando Cardoso

TESTES

Nesta etapa será realizado o primeiro exercício de preparação de amostras de algo que ainda não chamaremos de tinta. O objetivo desta etapa é compreender como cada pigmento se comporta para que assim tenhamos informações para decidir sobre quais usar em função da cor e do poder de cobertura. É nessa etapa que vamos extrair do solo, material em estado natural, os pigmentos que serão usados para produzir tintas. Para realizar os testes é importante que as amostras estejam secas, destorroadas, livres de contaminações e devidamente identificadas.

Materiais e ferramentas



Preparação de amostras



ETAPA 1. Destorrear um volume de 100 ml de solo seco. Quanto mais destorrear, maior a precisão das medidas de volume e maior a homogeneidade.



ETAPA 2. Diluir o volume de solo destorreado em 200 ml de água manualmente ou por meio de liquidificador.

ETAPA 3. Em seguida, peneirar o material diluído em peneira fina para separar areia e material orgânico. A viscosidade deve ser similar à de uma tinta convencional e deve ser ajustada caso necessário. Se estiver muito consistente, adicione mais água e se estiver muito líquida, adicione solo, misture bem e peneire.



ETAPA 4. Verter o material em um recipiente, adicionar 30 ml de PVAc e misturar bem com um palito ou colher.



ETAPA 5. Tampar o recipiente e identificar a amostra preparada.



ETAPA 6. Repetir as operações anteriores com todas as amostras coletadas e reservar, evitando deixar as amostras expostas ao sol. Estas amostras não são tintas propriamente ditas. Elas servem apenas para avaliar o efeito da cor e do poder de cobertura dos pigmentos obtidos dos solos coletados.

Fotos: Vellozia Filmes

Paleta de cores

A paleta de cores serve para avaliar a cor e a capacidade do pigmento de cobrir o substrato. Portanto, é importante produzir a paleta de cores sobre a parede que será pintada e não outros substratos.



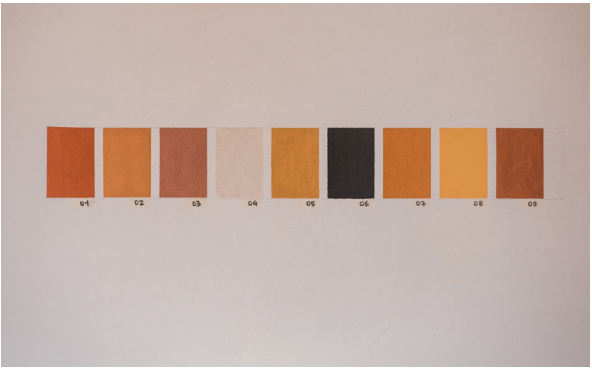
ETAPA 1. Limpar o substrato (parede).



ETAPA 3. Misturar bem cada amostra e aplicar com pincel a primeira demão nos espaços delimitados, lembrando de identificar cada amostra aplicada na parede. Esperar secar (o tempo de secagem depende de vários aspectos como temperatura, umidade, ventilação, incidência solar e porosidade do substrato). Aplicar a segunda demão, esperar secar e por fim aplicar a terceira demão. Lembre-se de sempre misturar bem antes de pintar.



ETAPA 2. Delimitar com fita adesiva os espaços para a aplicação de cada amostra. Sugestão: marcar espaços retangulares de 10 por 15 cm para cada amostra/cor.



ETAPA 4. Repetir as operações anteriores com todas as amostras, esperar secar e remover com cuidado a fita adesiva.

Fotos: Vellozia Filmes

Misturas de cores



ETAPA 1. Para misturar cores é importante medir precisamente a proporção de cada amostra que será misturada e sempre lembrar de homogeneizar bem. Para retirar alíquotas com volumes precisos, recomenda-se usar seringas graduadas ou recipientes graduados.



ETAPA 2. Misturar bem e lembrar sempre de registrar as proporções de cada amostra que compõe a mistura. Exemplo: 10 ml da cor amarela para 20 ml da cor vermelha. Depois, aplicar na paleta de cores conforme procedimentos indicados no item anterior.

Fotos: Vellozo Filmes

Avaliação da cor e do poder de cobertura

A cor e o poder de cobertura servem para orientar a seleção dos pigmentos que serão usados para a produção de tintas para pintar grandes superfícies. A cor depende das preferências do usuário, podendo ser alterada por meio de misturas. E o poder de cobertura é a capacidade que determinado pigmento tem de cobrir o substrato. Idealmente, o pigmento deverá cobrir o substrato com no máximo 3 demãos. Caso isso não ocorra, o consumo de tinta será muito alto, o que torna antieconômica a tinta produzida com determinado pigmento.

Definidas as cores que serão usadas para produzir maiores volumes de tinta, medir a área das paredes que serão pintadas com cada cor, para estimar o volume de solo que deverá ser coletado.

Volume de solo a coletar para produzir maiores quantidades de tinta

Para saber o volume aproximado a ser coletado, medir a área em m² que será pintada com cada cor e multiplicar por 0,2. Exemplo: para uma parede com 10 m² teremos: 10 x 0,2 = 2 litros de solo. Calculado o volume, retornar aos locais de coleta e coletar amostras maiores, lembrando de destorroar o máximo possível para garantir maior precisão do volume calculado.



Foto: Fernando Cardoso



Foto: Fernando Cardoso

PRODUÇÃO

Uma tinta é uma mistura de pigmento, ligante e solvente, sendo o primeiro responsável por colorir e ocultar o substrato; o segundo, por recobrir e aderir os pigmentos entre si e às superfícies; e o terceiro, a parte volátil das tintas, por diluir os pigmentos e ligantes.

De acordo com o tipo de ligante usado, as tintas recebem distintos nomes técnicos. As tintas produzidas com a cola branca ou PVAc (Poliacetato de Vinila) são denominadas tintas látex.

A produção da tinta será feita em duas etapas. Como cada pigmento de solo tem características próprias, não é possível definir a priori uma única fórmula que sirva para produzir tintas com qualquer tipo de pigmento. Portanto, na primeira etapa vamos produzir um pequeno volume para conhecer as características do pigmento de determinado solo e na segunda etapa, já conhecida a fórmula adequada para o pigmento em questão, produzir volume suficiente para pintar uma parede ou uma edificação inteira. A produção em duas etapas também é importante para evitar desperdícios.

As tintas látex apresentam melhor desempenho quando aplicadas em ambientes internos protegidos do intemperismo. No entanto, os estudos realizados (CARDOSO, 2020) permitiram concluir que também é possível aplicar as tintas látex produzidas com pigmentos de solos em superfícies externas, alcançando boa resistência ao intemperismo.

Como produzir aproximadamente 4 litros de tinta

Materiais e ferramentas



Procedimentos

ETAPA 1. Verter 1,5 litro de solo seco e destorreado em 3 litros de água e bater com disco cowles acoplado em furadeira por 15 minutos. Ver informações sobre o disco cowles no Apêndice 1.





Fotos: Vellozia Filmes

ETAPA 2. Peneirar em peneira fina e descartar material retido (pedras, areia e matéria orgânica).

ETAPA 3. Medir viscosidade. Ver informações sobre o viscosímetro e a medição da viscosidade no Apêndice 2. Se a viscosidade estiver alta, adicionar volume conhecido de água e misturar; se a viscosidade estiver baixa, adicionar solo, bater novamente, peneirar e medir a viscosidade novamente até alcançar a consistência adequada .

ETAPA 4. Calcular o volume final de pigmento: medir volume final de pigmento + água e subtrair o volume de água para conhecer o volume de pigmento.

ETAPA 5. Em seguida, dividir o volume de pigmento pelo volume total (água + pigmento) para calcular o TEOR DE PIGMENTO. Este teor será usado para calcular o consumo de PVAc e o rendimento da tinta conforme Tabelas 1 e 2.

TEOR DE PIGMENTO	PINTURA INTERNA	PINTURA EXTERNA
	% de PVAc*	% de PVAc + % de Óleo de linhaça**
Menor que 15%	60	60 + 5
Entre 15% e 30%	40	40 + 5
Maior que 30%	20	20 + 5

Tabela 1. Proporções de PVAc e Óleo de Linhaça em função dos TEORES DE PIGMENTO de acordo com a finalidade da tinta: pinturas internas ou externas. *Calculada em função do volume de pigmento; **Calculadas em função do volume de pigmento.

TEOR DE PIGMENTO	RENDIMENTO APROXIMADO (m²/L) *
Menor que 15%	2
Entre 15% e 30%	4
Maior que 30%	6

Tabela 2. Rendimento aproximado da tinta em função do TEOR DE PIGMENTO. *Considerando uma demão de selador e até três demãos de pintura.



ETAPA 6. Se a tinta for usada para pintar paredes externas, adicionar óleo de linhaça em volume correspondente a 5% do volume de pigmento e agitar com disco cowles por 5 minutos.

ETAPA 7. Em seguida, adicionar PVAc conforme indicações da Tabela 1 e misturar com misturador helicoidal acoplado em furadeira, ou manualmente, por 5 minutos (não usar disco cowles nesta etapa).

ETAPA 8. Finalizada a preparação da amostra, tampar o recipiente e identificar.

ETAPA 9. Para saber o volume total de tinta a ser produzida para pintar uma parede ou uma edificação inteira, basta multiplicar o rendimento aproximado pela área a ser pintada conforme a Tabela 2.



Fotos: Vellozia Filmes

ETAPA 10. Repetir os procedimentos anteriores para produzir o volume total de tinta necessário para pintar uma parede ou uma edificação inteira.

Armazenamento

Recomendamos que seja produzida apenas a quantidade de tinta necessária para pintar determinada área, e que seja coletado e guardado um volume extra do mesmo solo para produzir tinta para reparos ou futuras repinturas. Não recomendamos produzir tinta e armazenar por tempo superior àquele necessário para realização do serviço de pintura. A razão de se armazenar uma amostra extra do mesmo solo, e não da tinta, se deve à possibilidade de degradação da tinta caso ela não seja bem armazenada, evitando assim desperdícios.

Nesse caso, é importante que o volume extra de solo seja coletado no mesmo local, pois devido à heterogeneidade natural dos solos, podem ocorrer alterações de cor se uma coleta futura for realizada noutro local, mesmo que nas proximidades.

Mas, caso seja necessário armazenar tinta, é importante ressaltar que o solo usado deve estar isento de materiais de origem orgânica, que podem apodrecer, e que o recipiente a ser usado esteja limpo e possa ser bem tampado.

Para usar tintas que foram armazenadas é importante homogeneizá-las muito bem, pois os pigmentos decantarão naturalmente e formarão uma crosta no fundo do recipiente.



Foto: Fernando Cardoso

EXEMPLO DE CÁLCULO DO TEOR DE PIGMENTO, VOLUME DE PVA_c E RENDIMENTO DA TINTA

1. Suponhamos que, após misturar 1,5 L de solo seco e destorroado com 3 L de água, bater com o disco cowles por 15 minutos, peneirar em peneira fina e descartar o material retido na peneira, o volume final de pigmento diluído em água seja de 4 L.

2. E que, ao medir a viscosidade dessa mistura, percebeu-se que seu tempo de passagem pelo orifício foi de 20 segundos. Isso quer dizer que a mistura está muito viscosa e precisa ser diluída para que a tinta tenha a consistência ideal para a aplicação (Ver Apêndice 2).

3. Ao adicionar mais 0,2 L (200 ml) de água, misturar bem e medir novamente a viscosidade, percebeu-se que o tempo de passagem pelo orifício ficou entre 12 e 14 segundos, o que significa que foi alcançada a viscosidade ideal.

4. Agora sabemos que o volume final da mistura de água + pigmento é de 4 L + 0,2 L, ou seja, 4,2 L.

5. Para saber qual o volume de pigmento que compõe essa mistura, basta subtrair o volume de água do volume total. Sabemos que o volume de água é a soma do volume inicial mais os 0,2 L adicionados para equilibrar a viscosidade, ou seja, 3 L + 0,2 L = 3,2 L. Sabendo que o volume final da mistura foi de 4,2 L, basta subtrair deste volume os 3,2 L de água, o que resulta em 1 L de pigmento. A redução do volume de pigmento se deve ao descarte daquela parte que foi retida na peneira (areia, material orgânico etc.).

6. Feito isso, agora é possível calcular o TEOR DE PIGMENTO. Para calcular, basta dividir o volume final de pigmento (1 L) pelo volume da mistura de água e pigmento (4,2 L), o que resulta em aproximadamente 0,25 ou 25%. Isso quer dizer que aproximadamente 25% do volume da mistura é composto por pigmento.

7. Conhecido o TEOR DE PIGMENTO, verificar a Tabela 1 para saber que quantidade de PVA_c adicionar à

mistura para finalizar a produção da tinta. Como o TEOR DE PIGMENTO é de 25%, sabemos agora que é preciso adicionar um volume de PVA_c igual à 40% do volume de pigmento, ou seja, 40% de 1 L de pigmento, o que é igual a 0,4 L ou 400 ml de PVA_c.

8. Se a tinta for usada em pintura externa, lembrar de adicionar antes do PVA_c um volume de óleo de linhaça igual à 5% do volume de pigmento, ou seja, 0,05 L ou 50 ml.

9. E, por fim, qual seria o rendimento aproximado dessa amostra de tinta? Basta conferir a Tabela 2. Como o TEOR DE PIGMENTO está compreendido entre 15% e 30%, o rendimento aproximado será de 4 m²/L, ou seja, cada litro de tinta é suficiente para pintar aproximadamente 4 m² de superfície considerando três demãos.

10. Supondo que a área que será pintada é de 60 m², basta dividir essa área por 4 para saber quantos litros de tinta produzir, ou seja, 60 ÷ 4 = 15 litros de tinta.

OBSERVAÇÃO | Quando o TEOR DE PIGMENTO é muito baixo, o poder de cobertura é prejudicado, exigindo várias demãos para cobrir o substrato e, logo, maior consumo de tinta. Isso se deve às características específicas de cada pigmento, que afetam o comportamento reológico da tinta. Uma forma de resolver essa situação é misturar CARGAS MINERAIS aos pigmentos. Elas atuam como "enchimento", aumentando o TEOR DE PIGMENTOS e, logo, o rendimento da tinta. Resíduos de corte de mármore e granito, por exemplo, são boas opções de CARGAS MINERAIS que podem ser adicionadas. Para tanto, é importante realizar todos os procedimentos indicados na etapa de TESTES deste manual, com atenção especial para o item MISTURAS DE CORES. Para saber mais sobre o assunto, consultar os trabalhos de Lopes et al. (2019) e Tressmann et al. (2020).

PREPARAÇÃO DE SUBSTRATOS

Esta etapa do trabalho é de fundamental importância. Sem uma boa preparação do substrato o rendimento da tinta e a qualidade da pintura serão prejudicados. Antes de iniciar a preparação dos substratos é importante entender que a tinta é apenas uma das partes do sistema de pintura, ou seja, antes de pintar, uma série de procedimentos deverá ser realizada para se obter bons resultados. É importante enfatizar que este tipo de tinta se destina à pintura de substratos minerais porosos como as paredes das edificações, e não outros materiais, como madeiras, metais ou plásticos.

O sistema de pintura é composto por:

- **Fundo ou selador:** é um produto destinado à primeira demão sobre a superfície e funciona como uma ponte entre o substrato e a tinta. O fundo é chamado de selador quando aplicado sobre superfícies de argamassa e é indicado para reduzir e/ou uniformizar a absorção de substratos. Assim, a tinta será absorvida de forma homogênea pelo substrato em toda a sua extensão, evitando as manchas e o consumo excessivo.

- Fundo preparador de paredes: serve para promover a coesão de partículas soltas do substrato e por isso sua aplicação é recomendada sobre superfícies sem firmeza ou coesão, ou seja, que tendem a se desfazer, como argamassas fracas, caiação, repinturas ou superfícies constituídas por gesso.

- Massa: é uma pasta que serve para a correção de irregularidades, como as trincas, da superfície que já recebeu selador.

- Tinta: é a última camada do sistema de pintura,

que cumprirá a função estética pois poderá ter diferentes cores, e também de proteção do substrato.

A aplicação do fundo ou selador, do fundo preparador de paredes ou da massa dependerá das condições do substrato. Portanto, antes de iniciar a preparação do substrato é importante fazer um diagnóstico para definir que estratégia deverá ser adotada. Os procedimentos apresentados a seguir foram extraídos da publicação “Projeto, execução e inspeção de pinturas”, de autoria de Kai Loh Uemoto.

Materiais e ferramentas



Procedimientos

Para a pintura, o substrato deve estar firme e coeso, uniforme e desempenado, sem sinais de umidade, sujeira, poeira, eflorescências ou partículas soltas, isento de óleo, gorduras ou graxas e microrganismos como mofo, fungos, algas, líquens etc. As superfícies à base de cimento e/ou cal devem estar curadas por pelo menos 30 dias.

ETAPA 1. Limpeza da superfície

- Remover as sujeiras, poeiras, materiais soltos de modo geral, por escovação e eventualmente com auxílio de jatos de água. Em caso de superfícies de ambientes externos de limpeza difícil, usar espátula ou escova de aço.

- Remover graxa, óleo e outros contaminantes gordurosos com sabão e detergente, seguido de lavagem com água e deixando-se secar a superfície.

- Remover eflorescências (manchas brancas que podem surgir no revestimento das paredes) por meio de escovação da superfície seca, empregando-se escova de cerdas macias.

- Remover microrganismos (mofo, fungos, algas, líquens etc.) esfregando a superfície com escova de cerdas duras e solução de água sanitária diluída com água na proporção 1:1. Se necessário, deixar a solução agir durante certo período, aproximadamente 1 hora, e enxaguar em seguida com água em abundância.

ETAPA 2. Correção de falhas do substrato

- Eliminar as manchas de umidade causadas pela infiltração de água de canos furados, telhas quebradas, calhas entupidas etc. Após a correção dos problemas, deixar a superfície secar.
- Reparar imperfeições como trincas, fissuras, saliências e reentrâncias antes da aplicação da pintura. As imperfeições de grandes dimensões e profundidade devem ser reparadas com argamassa de revestimento na textura semelhante à superfície a ser pintada 30 dias antes da pintura. As imperfeições de dimensões pequenas devem ser reparadas com massa, que deve ser aplicada com desempenadeira de aço ou espátula até obter o nivelamento desejado, não aplicando demãos com espessura excessiva. Deixar secar e depois lixar.

ETAPA 3. Tratamentos superficiais

- Em substratos muito porosos é recomendada a aplicação prévia de fundo ou selador industrializado (acrílico/vinílico), ou a própria tinta de acabamento diluída em água na proporção 1:1.
- Em substratos de baixa resistência, aplicar fundo preparador de superfícies com rolo ou pincel na diluição indicada na embalagem do produto ou no catálogo do fabricante. A resistência do substrato pode ser verificada esfregando-o com os dedos exercendo pressão, sendo considerada baixa quando não há coesão entre os grãos de areia. A verificação também pode ser realizada com o auxílio de fita adesiva (crepe): aplica-se fita com pressão sobre a superfície, removendo-a de uma só vez com um forte puxão, observando-se a seguir

a quantidade de material aderido à fita. Se muito material ficar aderido, quer dizer que a resistência do substrato é baixa. E, na pior das condições, se a argamassa simplesmente desmanchar sob pressão dos dedos ela deverá ser refeita antes de se aplicar a pintura.

Como obter uma superfície lisa?

- Sobre a superfície já preparada, aplicar sucessivas demãos de massa, em camadas finas, com desempenadeira de aço ou espátula. A massa deve ser compatível com a tinta de acabamento e o tipo de ambiente. Dependendo do nivelamento, aplicar de uma a três demãos de massa, aguardando um intervalo entre demãos de aproximadamente 1 hora.
- Após 2 a 3 horas de secagem, lixar a superfície, limpar e pintar.

Para saber que procedimento adotar a depender do tipo de tratamento superficial consulte a Tabela 3.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	INTERIOR	EXTERIOR
Correção de imperfeições superficiais	Massa acrílica/vinílica	Massa acrílica
Regularização da absorção da superfície	Selador acrílico/vinílico	Selador acrílico
Correção da resistência mecânica	Fundo preparador de superfícies	
Acabamento liso	Massa acrílica/vinílica	Massa acrílica

Tabela 3. Procedimentos adequados para cada tipo de tratamento superficial do substrato.

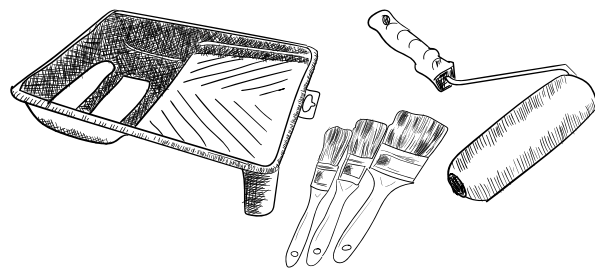


Foto: Fernando Cardoso

PINTURA

A pintura é o trabalho de aplicar a tinta sobre um substrato previamente preparado e também é a camada de revestimento produzida pela tinta após a evaporação da parte volátil, ou seja, a água. Os procedimentos apresentados a seguir foram extraídos da publicação “Projeto, execução e inspeção de pinturas”, de autoria de Kai Loh Uemoto.

Materiais e ferramentas



Condições ambientais para a execução da pintura

- Condições de temperatura e umidade ideais: pintar à temperatura ambiente entre 10°C a 40°C e com umidade relativa do ar inferior a 80%.
- Movimento do ar e vento: as superfícies externas devem ser pintadas na ausência de ventos fortes, de partículas em suspensão na atmosfera, de chuvas, de umidade superficial ou excessiva do ar, como a condensação de vapor ou neblina. O mesmo cuidado deve

ser mantido em todas as demãos. As superfícies internas devem ser pintadas quando não há condensação de vapor na superfície a ser pintada e em condições climáticas que permitam que portas e janelas fiquem abertas.

- Fatores sazonais: recomenda-se programar a pintura nas estações do ano menos chuvosas, em paredes sem incidência direta do sol e sem condensação de umidade.
- Poluição atmosférica: as superfícies expostas em ambientes com elevada poluição atmosférica devem ser muito bem limpas antes da pintura, e o intervalo de aplicação entre demãos deve ser o menor possível.
- Iluminação e ventilação: a pintura deve ser realizada em ambiente com boa iluminação e ventilação. Em caso de pintura de cores escuras ou ausência de contraste de cores entre demãos, o nível de iluminação deve ser aumentado.

Procedimentos

Aplicação da tinta

- Homogeneização da tinta: a tinta deve ser adequadamente homogeneizada antes da aplicação.
- Aplicação com pincel, trincha ou brocha: devem ser mergulhadas nas tintas somente até a metade das cerdas. O excesso deve ser retirado. As pinceladas devem ser curtas para aplicar quantidades uniformes de material formando uma camada lisa e de espessura uniforme. O nivelamento e o alisamento da pintura devem ser feitos por meio de pinceladas transversais longas em relação às primeiras, com cuidado de passar suavemente o pincel para não deixar marcas novas.

- Aplicação com rolo: o rolo deve ser colocado na parte rasa da bandeja e rolado até a parte mais funda contendo tinta. Repetir o procedimento várias vezes para que o rolo fique uniformemente impregnado. O excesso deve ser removido pressionando e rolando o rolo pelo fundo da bandeja, na parte rasa. A pintura deve ser iniciada de baixo para cima, procurando cobrir o maior comprimento possível.

Técnica geral de aplicação

- A quantidade de tinta aplicada em cada demão deve ser a mínima possível e espalhada ao máximo, de maneira que a cobertura da superfície seja obtida através da aplicação de várias demãos.
- Cada demão deve ser aplicada com espessura uniforme e livre de poros, escorrimientos etc. Cada demão deve ser aplicada quando a anterior estiver suficientemente seca. A última demão deve propiciar à superfície uma película uniforme, sem escorrimientos, sem falhas ou imperfeições.
- Quaisquer falhas de pintura devem ser corrigidas, respeitando-se o tempo de secagem previsto antes da aplicação da demão seguinte.
- A pintura recém aplicada deve ser protegida contra incidência de poeira e água, ou mesmo contra contatos acidentais, durante a secagem.
- De modo geral, cada demão deve estar seca antes da aplicação da demão seguinte. Tintas à base de água não exigem longos períodos de secagem, podendo a demão seguinte ser aplicada algumas horas após a primeira.



Foto: Fernando Cardoso

REFERÊNCIAS

ABREU, S.F. **Pigmentos de bário**. Revista de química industrial, n.346, p.13-14, 1961.

APMOP. **Livro 2 de contratos e arrendamentos**. Ouro Preto, Arquivo Público Municipal, 1896 a 1917, 100 p. Caixa 26 L 4.

APMOP. **Livro 3 de registros e contratos**. Ouro Preto, Arquivo Público Municipal, 1917 a 1927, 100 p. Caixa 33 L 4.

APMOP. **Livro 4 de registros e contratos**. Ouro Preto, Arquivo Público Municipal, 1927 a 1959, 101 p. Caixa 26 L 5.

BAENA, A.L.M. **Ensaio corográfico sobre a província do Pará**. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2004.

BETTENDORF, J. F. **Chronica da missão dos padres da Companhia de Jesus no Estado do Maranhão**. Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, Rio de Janeiro, v.1, t. LXXII, 1910.

CARDOSO, F.P. **Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos**. 2015. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

CARDOSO, F.P. **Os efeitos das características de pigmentos obtidos de solos sobre o desempenho de pinturas para edificações não industriais**. 2020. 217 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

FLEURY, P. **Novo tratado usual da pintura de edifícios e decoração**. Rio de Janeiro; Paris: Garnier, 1903.

FLORENCE, H. **Viagem fluvial do Tietê ao Amazonas (1825-1829)**. São Paulo: Edusp/Cultrix, 1977.

GUERRA, J.W. **Equipamentos, usos e costumes da casa brasileira**: construções. São Paulo: Museu da casa brasileira, 2001.

LOPES, M.M. S.; ALVARENGA, R.C.S.S.; PEDROTI, L.G.; RIBEIRO, J.C.L.; CARVALHO, A.F.; CARDOSO, F.P.; MENDES, B.C. **Influence of the incorporation of granite waste on the hiding power and abrasion resistance of soil pigment-based paints**. Construction and Building Materials, v.205, p.463-474, 2019.

MORAES, L.J. **O passado e o futuro da mineração em Ouro Preto**. In Geologia e Metalurgia, Boletim n.1, São Paulo: Centro Moraes Rego, 1945.

OLIVEIRA, D.S.C. **Vidas por entre pigmentos, madeiras e argilas**: conexões da arte na Belém colonial. Faces da história, v.5, n.2, p. 124-147, 2018.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; KER, J.C.; **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Lavras: UFLA, 2014, 378 p.

RIBEIRO, N.P. **As cores da cidade na América portuguesa: um estudo iconográfico**. In: Colóquio do Comitê Brasileiro de História da Arte - CBHA, XXIV, 2004, Belo Horizonte, MG. Anais (on-line). Belo Horizonte: CBHA, 2004. Disponível: <http://www.cbha.art.br/coloquios/2004/anais/anais2004.html>. Acesso em 19/07/2018.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem à Província de Goiás (1819)**. São Paulo: Edusp/Itatiaia Editora Ltda., 1975.

SAMPAIO, F.X.R. **Diário de viagem da Capitania do Rio Negro (1774-1775)**. Lisboa: Tipografia da Academia de Lisboa, 1825.

SMCOP. **Inventário de proteção ao acervo cultural de Ouro Preto**. Ref.: 10.4.1, 2007.

SPIX, F. B.; MARTIUS, C.F.P. **Viagem pelo Brasil (1817-1820)**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1938.

TELLES, C. **A indústria de tintas no Brasil**: 100 anos de cor e história. São Paulo: CL-A Comunicações S/C Ltda, 1989.

TRESSMANN, D.M.G.A; PEDROTI, L.G; CARVALHO, A.F; RIBEIRO, J.C.L; CARDOSO, F.P; LOPES, M.M.S; OLIVEIRA, A.F; FERREIRA, S.O. **Research into the use of marble waste as mineral filler in soil pigment-based paints and as an active pigment in waterborne paints**. Constrution and building materials, v.241, p.1-16, 2020.

TRIAT, J.M. **Les ocres**. Paris: CNRS, 2010.

UEMOTO, K.L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. São Paulo: O nome da rosa, 2002. 101 p.

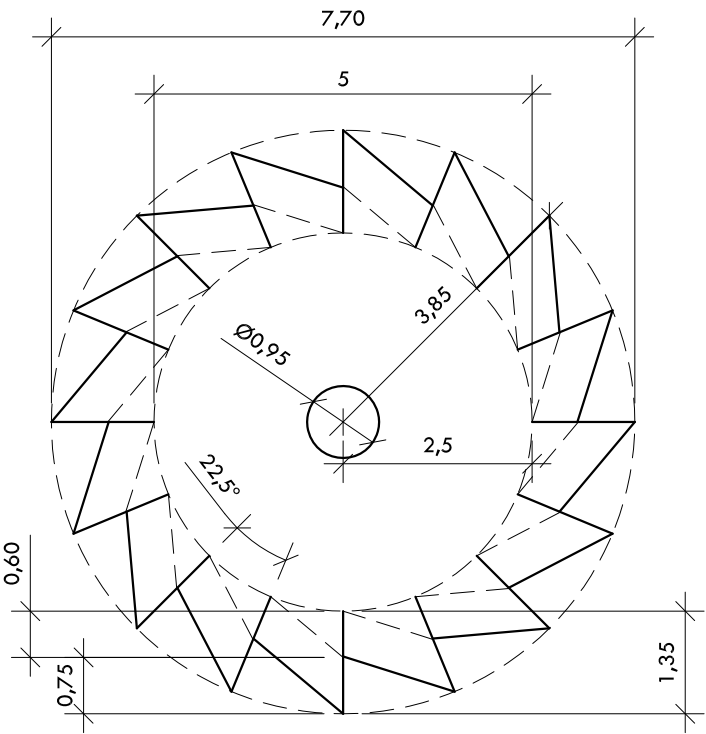
VASCONCELLOS, S. **Arquiteturas no Brasil**: Sistemas construtivos. Belo Horizonte: UFMG, 1979.

VASCONCELLOS, S. **Vila Rica**: Formação e desenvolvimento – Residências. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1956.

APÊNDICE 1

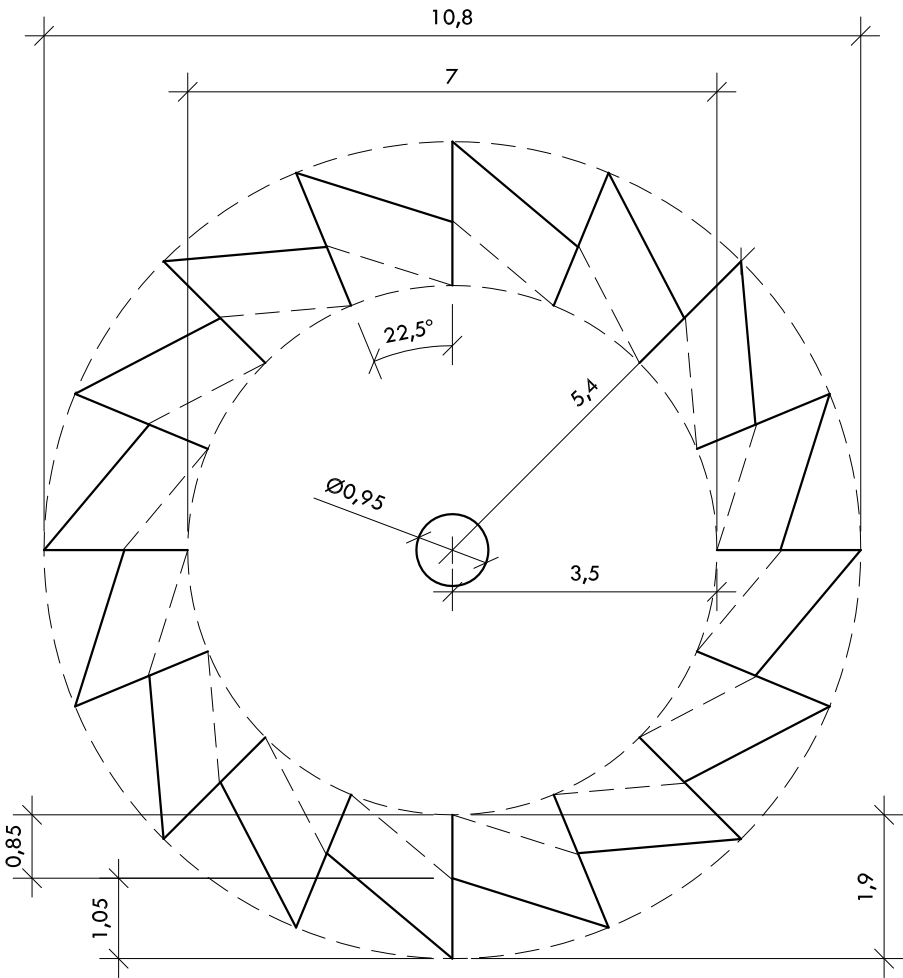
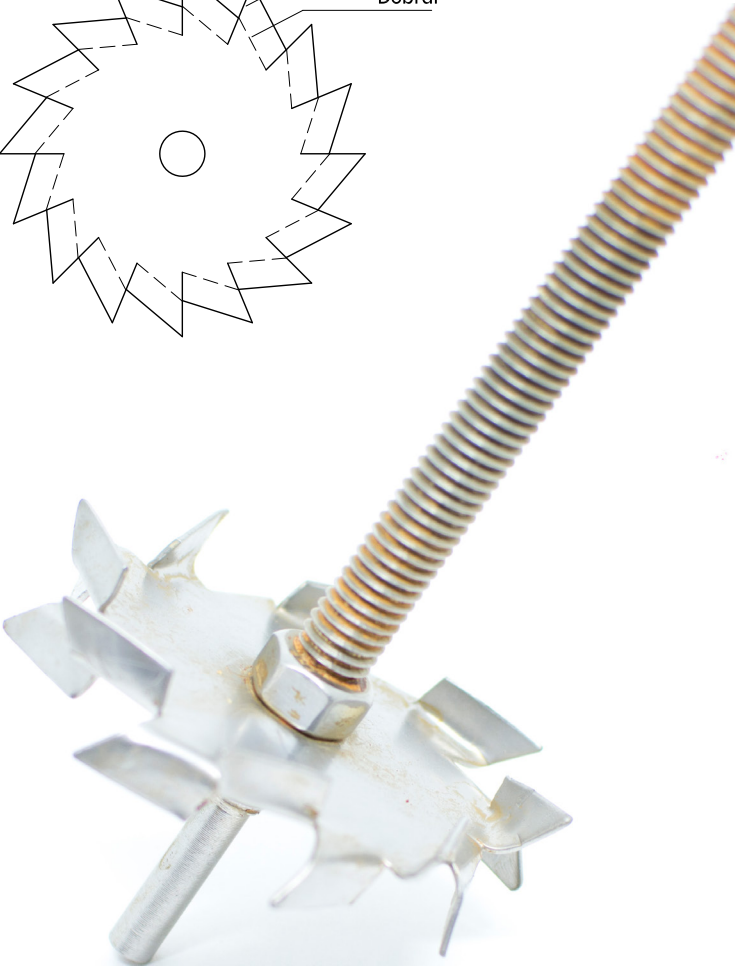
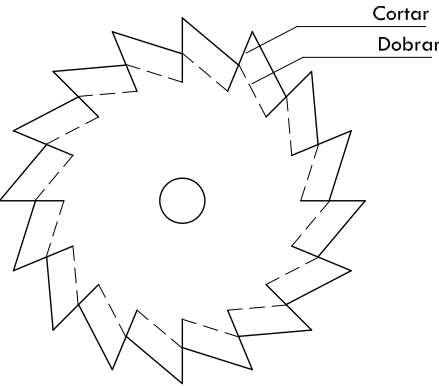
Disco cowles

O disco cowles é uma ferramenta fundamental para garantir a produção de tintas de qualidade e pode ser fabricado por qualquer serralheiro experiente. Recomendamos que ele seja fabricado com chapa de aço inoxidável com 2 mm de espessura, observando rigorosamente as dimensões indicadas nos desenhos.



DISCO 1

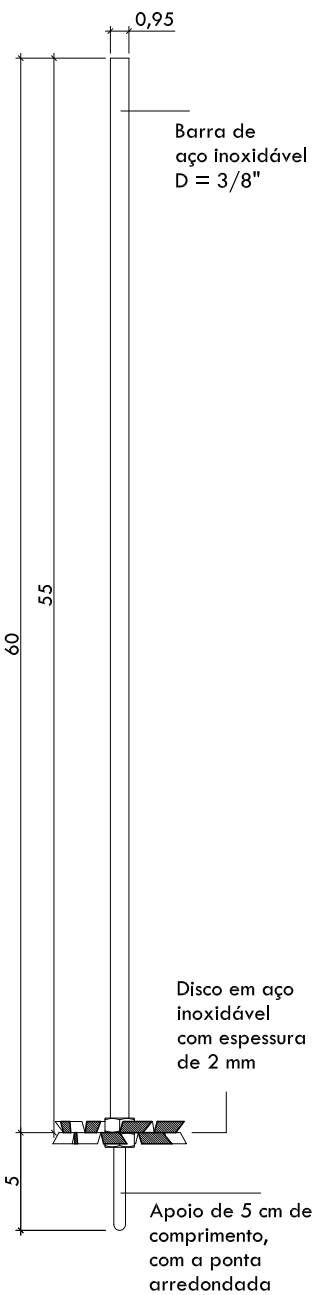
Para recipientes com volume de até 10 litros



DISCO 2

Para recipientes com volume entre 10 e 20 litros

Observação | Os desenhos dos discos tipos 1 e 2 estão na escala 1:1 e, portanto, podem ser copiados e usados como molde para a fabricação. Medidas em centímetros.

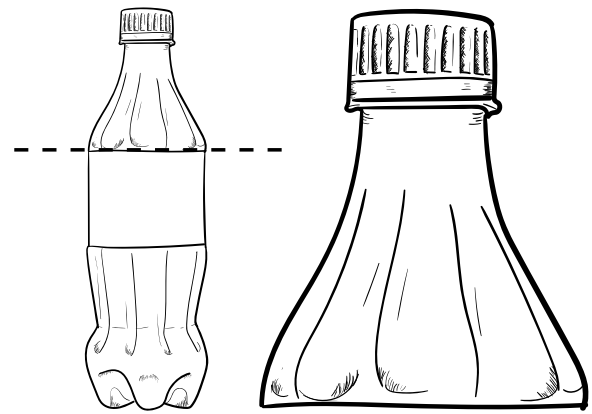


APÊNDICE 2

Viscosímetro

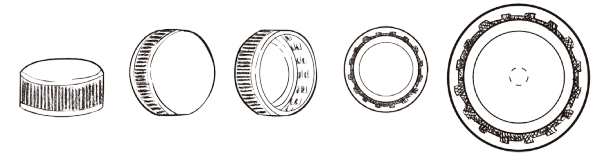
O viscosímetro, assim como o disco cowles, é fundamental para garantir a produção de tintas de qualidade. Este viscosímetro é uma adaptação do copo Ford e pode ser produzido com uma garrafa pet de 600 ml conforme instruções a seguir.

Como construir o viscosímetro



ETAPA 1. Providenciar garrafa de refrigerante com 600 ml de volume. É importante que seja exatamente o tipo de garrafa mostrado na ilustração.

ETAPA 2. Cortar com tesoura ou estilete na linha que limita a parte superior do rótulo. O viscosímetro será feito com a parte superior da garrafa, ou seja, aquela que contém a tampa e forma um cone.

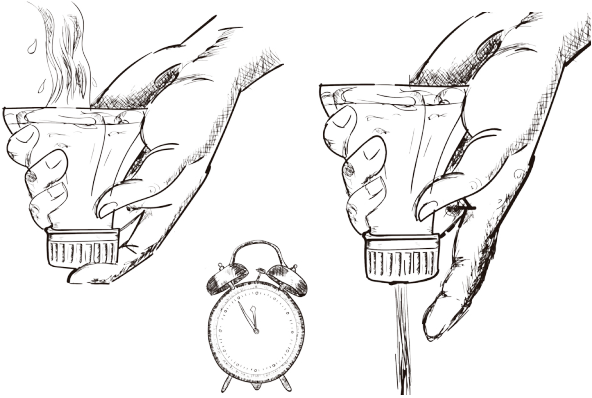


ETAPA 3. Fazer um furo com furadeira bem no centro da tampa da garrafa. Este furo precisa ter exatamente 4 mm de diâmetro.

ETAPA 4. Rosquear a tampa.



Como medir a viscosidade



ETAPA 1. Tapar com o dedo o furo da tampa e encher o recipiente com a tinta até a borda.

ETAPA 2. Destapar o furo e cronometrar o tempo que a tinta leva para passar. O tempo deve estar compreendido entre 12 e 14 segundos para que a viscosidade seja considerada ideal. Se o tempo for menor que 12 segundos, quer dizer que a mistura está muito líquida; e se levar mais que 14 segundos, quer dizer que está muito viscosa. Em ambas as situações a viscosidade deverá ser ajustada.

AUTORES



Anôr Fiorini de Carvalho é graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela mesma instituição. É professor do Departamento de Solos da UFV e coordenador do projeto Cores da Terra.

Contato | afiorini@ufv.br

Fernando de Paula Cardoso é graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e doutorado em Engenharia Civil pela mesma instituição, tendo como objeto de suas pesquisas as tintas com pigmentos de solos.

Contato | fernandodepaulacardoso@gmail.com





Organização

FUNARBE
FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES



UFV
Universidade Federal
de Viçosa



IPPDS
Instituto de Políticas Públicas e
Desenvolvimento Sustentável

AKSAAM



DEC
DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL



Financiamento



Investindo nas populações rurais