

CORES DA TERRA

PRODUCCIÓN DE PINTURAS CON PIGMENTOS DE SUELOS

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





CORES DA TERRA

PRODUCCIÓN DE PINTURAS CON PIGMENTOS DE SUELOS



Textos | Anôr Fiorini de Carvalho y Fernando de Paula Cardoso

Proycto gráfico y diagramación | Fernando de Paula Cardoso

Revisión | Adelaide Luisa Novaes Dias y Alain Briatte Mantchev

Traducción | Luisa Fernanda Roa Gómez

Foto de portada | Registro de taller realizado en el año de 2006 en asentamiento de reforma agraria en la ciudad de Paracatu - Minas Gerais - Brasil. Autor: Equipo técnico del INCRA/MG.

Ilustraciones | Pâmela Starling Bergamini

Fotografía | 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



PRESENTACIÓN

Este manual tiene la misión de difundir los conocimientos acumulados por el proyecto de investigación y extensión universitaria *Cores da Terra*.

A lo largo de los años, se han elaborado algunos materiales impresos de difusión y formación que reúnen los conocimientos empíricos. Tras contribuir a la investigación académica y sistematizar las lecciones acumuladas a través de la interacción con numerosos actores, surgió la necesidad de reunir los conocimientos en una publicación que abordara tanto la información básica sobre los suelos como la descripción detallada de la técnica de producción de pintura para su difusión y formación profesional.

Teniendo en cuenta la importancia de comunicar los conceptos y procedimientos con claridad, hemos optado por incluir ilustraciones en consonancia con el texto. También hemos incluido algunos ejemplos prácticos para ayudar a la comprensión de los cálculos y recomendaciones para la producción de las pinturas según las características de los diferentes tipos de suelos.

Esperamos contribuir a la sociedad no sólo con una técnica de producción de pintura o un material básico para la construcción civil, sino también con una herramienta de interacción comunitaria que da un nuevo significado al uso de los recursos naturales, en este caso, los suelos.



AGRADECIMIENTOS

La publicación de este manual sólo fue posible gracias al apoyo institucional y al compromiso de numerosas personas que ejecutaron el proyecto de investigación y extensión universitaria *Cores da Terra*.

En primer lugar, queremos agradecer al Departamento de Suelos de la *Universidade Federal de Viçosa* (UFV), donde nació el proyecto, al *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq), a la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) y a la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais* (FAPEMIG), que, mediante la concesión de becas, posibilitó la participación de los estudiantes que realizaron a lo largo de los años numerosas actividades de investigación y extensión.

Entre las personas que nos inspiraron, agradecemos especialmente al pintor Pedro Eugênio Quirino. Sin él, el proyecto *Cores da Terra* no existiría.

La realización de las actividades de extensión universitaria, de las que absorbimos continuamente los conocimientos que se incorporan a este manual, fue fomentada por muchas instituciones, entre ellas: el *Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeef*, un importante punto de referencia para la divulgación científica dentro y fuera de la UFV; el *Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária* (INCRA), que apoyó la realización de talleres en varios asentamientos de la reforma agraria en Minas Gerais; el *Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata* (CTA), que difundió la técnica en

toda la región de la Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil; las redes TerraBrasil y PROTERRA, dedicadas al tema de la arquitectura y construcción en tierra a nivel brasileño e iberoamericano, que a través de sus eventos favorecieron la difusión de la técnica en toda latinoamérica; y el *Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural* (INCAPER), que difundió la técnica de forma ejemplar en todo el estado de Espírito Santo - Brasil.

Debido al éxito de las acciones llevadas a cabo por el INCAPER, la institución recibió en 2009 el Premio FINEP de Innovación en la categoría Tecnología Social y así se estableció una importante asociación con el proyecto *Cores da Terra* para la realización de investigaciones. Esta asociación representó una nueva fase en la historia del proyecto. En ese momento, se establecieron nuevas colaboraciones, especialmente con el Laboratorio de Materiales de Construcción del Departamento de Ingeniería Civil de la UFV y con ello, la posibilidad de realizar investigaciones en el laboratorio Hércules, de la *Universidade de Évora* - Portugal, que permitieron importantes avances en cuanto a la comprensión del desempeño de las pinturas. Por lo tanto, agradecemos a estas instituciones, sin las cuales no alcanzaríamos los conocimientos que ahora están disponibles en este manual.

Asimismo, agradecemos al *Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola* (FIDA) a través del Programa AKSSAM, a la UFV, a la Fundación Arthur Bernardes (FUNARBE) y al *Instituto de Políticas públicas e Desenvolvimento Sustentável* (IPPDS) por hacer posible la producción y difusión de este manual.

SUMARIO

CORES DA TERRA	01
LOS PIGMENTOS DE SUELOS EN BRASIL	02
LOS SUELOS	10
PINTURAS: PRODUCIR Y PINTAR	19
Colecta de suelos	21
Pruebas	25
Producción	31
Preparación de sustratos	38
Pintura	42
REFERENCIAS	44
APÉNDICES	46



Actividad realizada en 2006 en el barrio de Nova Viçosa, en Viçosa - MG - Brasil. Foto: Marcelo Almeida

CORES DA TERRA

La creación del proyecto *Cores da Terra* se inspiró en la técnica tradicional conocida como “barreado”, que consistía en pintar las paredes con tabatinga (del dialecto tupí, “tierra blanca”). El desuso de esta técnica estuvo motivado por su escasa durabilidad y por la llegada de la industria de la pintura, que empezó a poner a disposición productos con mejores prestaciones y mayor variedad de colores.

A diferencia de las pinturas convencionales, la adherencia de esta “pintura” se produce únicamente por las características superficiales de las partículas de arcilla y la porosidad y rugosidad del sustrato, insuficientes para garantizar su resistencia a la intemperie y otros agentes, requiriendo, por tanto, un mantenimiento frecuente.

Una de las posibles soluciones a este problema sería transformar el barreado en una pintura propiamente dicha, mediante la adición de materiales aglutinantes, como la cola de almidón, conocida popularmente como “engrudo”, o el acetato de polivinilo (PVAc), la cola blanca o adhesivo vinílico.

Una vez desarrollado el primer método de producción, comenzamos a difundir la técnica mejorada mediante la distribución de cartillas y cursos, cumpliendo así las funciones de presentar la idea y movilizar a las comunidades, a los miembros de instituciones religiosas, de asistencia social y a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en torno a la posibilidad de que pinten con sus propias pinturas.

La intensa difusión favoreció el diálogo con

los usuarios, que empezaron a contribuir al desarrollo de la técnica mediante informes de sus experiencias. Muchos afirmaron que al utilizar “engrudo” como aglutinante, se observaron los mismos problemas que con el barreado. Muchos preferían el PVAc, que garantizaba una mayor adherencia, pero que, por otro lado, era inaccesible para una parte de la población. Otros se referían a la rápida decantación de los pigmentos, que perjudicaba la homogeneidad de la pintura y, por tanto, la calidad de la pintura.

Estas situaciones motivaron la búsqueda del conocimiento de los diferentes procesos de producción de pinturas a través del estudio de la literatura especializada, el contacto con investigadores y fabricantes y el acceso a los métodos de evaluación de desempeño recomendados por la *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (ABNT) y la *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

La experiencia acumulada entre 2005 y 2010 fue decisiva para abandonar el “engrudo” y desarrollar pinturas de bajo costo con pigmentos del suelo, agua y PVAc, para lo cual se realizaron estudios sistemáticos que acumularon conocimientos para mejorar el proceso de producción y entender los efectos de las características de los diferentes pigmentos en el desempeño de las pinturas (CARDOSO, 2015; CARDOSO, 2020).

Con ello, se ha podido desarrollar un proceso de producción de pintura eficiente y de bajo costo que cumple las normas de rendimiento de las pinturas no industriales y que puede ser reproducido por cualquier persona a través de este manual.

LOS PIGMENTOS DE SUELOS EN BRASIL

Los primeros registros del uso de pinturas y pigmentos se refieren al arte rupestre, presente en todo el territorio brasileño. Los registros más conocidos son los encontrados en el *Parque Nacional da Serra da Capivara*, en el estado de Piauí, que se destacan por su riqueza estilística, por las técnicas utilizadas para la ejecución de los dibujos y también por la diversidad de colores (rojo, amarillo, gris, blanco y negro), provenientes de óxidos de hierro, argilominerales y carbón. También se han descrito casos similares en yacimientos arqueológicos de los estados de Minas Gerais, Bahía y Mato Grosso.

Con la invasión de Portugal y otras naciones europeas, se introdujeron y reprodujeron otros materiales y técnicas en el contexto de la dominación territorial. Sin embargo, incluso aportando el conocimiento de técnicas históricamente extendidas en otras partes del mundo, los europeos se enfrentaron a dificultades relacionadas con la disponibilidad o el conocimiento de fuentes naturales de materiales para su uso como pigmentos y aglutinantes. Dificultades que probablemente se superaron con adaptaciones según los materiales disponibles.

La pintura a cal, de tradición portuguesa, parece haber sido la más relevante. En Brasil, la cal se obtenía inicialmente de los concheros o sambaquis en portugués, una fuente de piedra caliza de origen biológico común en las regiones costeras, y más fácil de extraer si se compara con la explotación de canteras de piedra caliza. Así, en las ciudades costeras o cercanas al litoral, la arquitectura se caracterizaba por el color blanco de

la albañilería de piedra morterada y pintada con cal, mientras que en las ciudades del interior sólo aparecía en los edificios considerados importantes, mezclado con los tonos ocre de los edificios populares revestidos sólo con mortero de tierra (RIBEIRO, 2004).

En ausencia de cal, el color blanco podría obtenerse de la tabatinga. Sylvio de Vasconcellos, en su estudio sobre la formación y el desarrollo de Vila Rica, hoy Ouro Preto, cita un documento oficial de 1728, en el que se indica que, a falta de cal, las paredes deben ser “encaladas con tabatinga” (VASCONCELLOS, 1956, p.174). El mismo autor, en otra obra, se refiere a la ciudad de Mariana, “donde se ve un excelente ocre, amarillo, y blanco, y a este le dan el nombre de tabatinga, que después de preparada y limpiada, suministra las carencias de albayalde, y se usa en varias pinturas” (VASCONCELLOS, 1979, p.177; traducción nuestra). Otros registros de finales del siglo XVIII se refieren al uso de la tabatinga como sustituto de la cal en la ciudad de Sao Paulo, extraída “en un lugar cercano al centro, conocido como Tabatinguera” (TELLES, 1989, p.21) donde aún hoy existe una calle con el mismo nombre.

El jesuita Joao Felipe Bettendorf se refirió a las arcillas de varios colores que existían en abundancia en los arroyos, pero que sólo se utilizaba a menudo el blanco, que “colocado en remojo y pasado por un paño, y luego bien cocido sirve de primera pintura” a los demás pigmentos, sustituyendo al “yeso del Reino” (BETTENDORF, 1910, p. 28, apud OLIVEIRA, 2018); el



Yacimiento arqueológico de la piedra pintada,
en Barão de Cocais - MG - Brasil.
Foto: Fernando Cardoso

cura Joao Daniel comenta que el barro era “tan fino, blanco y precioso como el albayalde” (DANIEL, 2004, v.1, p. 591, apud OLIVEIRA, 2018) y que se asemejaba a la cal y, como tal, se utilizaba para pintar paredes y techos, siendo comúnmente mezclada con el zumo de la mutamba (*Guazuma ulmifolia*), para hacerla más resistente (DANIEL, 2004, v.1, p. 538, apud OLIVEIRA, 2018); en el Solimões se utilizaba para encalar los edificios, añadida a la goma líquida extraída del tronco del Huansoco o Leche Caspi (*Couma macrocarpa* o *Couma utilis*), con el fin de hacerla más firme (BAENA, 2004, p. 37, apud OLIVEIRA, 2018); Francisco Xavier Ribeiro de Sampaio comenta que “En este lugar vive gente blanca. Sus casas, así como las de los indios, están encaladas con tabatinga, una especie de greda muy blanca, a la que añaden la goma líquida del Huansoco (también conocido como Leche Caspi), para darle mayor tenacidad, y cohesión” (SAMPAIO, 1825 apud GUERRA, 2001), al referirse al municipio de Nogueira - AM; Spix y Martius, en los alrededores de Ouro Preto, afirman que la “cal aparece muy raramente, por lo que se dice, razón por la cual la gente de la provincia de Paraná utiliza en la construcción de muros una tabatinga, que, aquí y acullá, forma un depósito en la orilla de los ríos y se quema en el fuego, volviéndose blanca” (SPIX y MARTIUS, 1938 apud GUERRA, 2001); Spix y Martius también comentan que en la Isla de Tupinambarana - AM, “En las márgenes desbarrancadas del río (. ...) hay una tabatinga fina de rayas rojizas, blanquecinas o avioletadas, muy utilizada para revocar las casas” (GUERRA, 2001 apud SPIX y MARTIUS, 1938); Auguste de Saint-Hilaire

comenta que en la mayoría de los pueblos de Minas y Goiás, todas las casas “(....) están cubiertas de tejas y revocadas con una arcilla blanca que en el interior de Brasil se llama tabatinga” (SAINT-HILAIRE, 1975 apud GUERRA, 2001); y Hercules Florence, refiriéndose a las casas de la ciudad de Cuiabá - MT, comenta que “las casas están revocadas por fuera con tabatinga, lo que les da una blancura extrema” (GUERRA, 2001 apud FLORENCE, 1977).

El conocimiento de la técnica de pintura con “tabatinga”, el “barreado”, forma parte de la cultura popular, y es todavía posible encontrar casas y hornos de “barreado” en algunas regiones, especialmente en el interior de Minas Gerais.

Aunque la cal y la tabatinga confieren color y también actúan como elemento de protección de las superficies sobre las que se aplican, no constituyen pinturas en sí mismas, debido a la ausencia de materiales aglutinantes en sus composiciones.

En el caso de la cal, la formación de la capa de recubrimiento se produce por la carbonatación del Ca(OH)_2 , sin necesidad de un material aglutinante que adhiera las partículas entre sí y a las superficies; y en el caso de la tabatinga, la adherencia se promueve únicamente por las interacciones físicas entre las partículas que la componen y el sustrato. En ambos casos, pero sobre todo en el último, las pinturas muestran una resistencia limitada a la intemperie.

El uso de materiales aglutinantes, como el aceite de linaza y la témpera, parece haberse limitado, en el periodo colonial, a las pinturas destinadas a pintar madera y metales. Al ser importados y caros,



Práctica del barreado en la comunidad rural de São Joaquim - Araponga - MG - Brasil.
Foto: Fernando Cardoso

estos materiales sólo se aplicaban cuando eran indispensables para la protección de las superficies contra la intemperie (RIBEIRO, 2004).

Según Ribeiro (2004), hasta finales del siglo XIX, los colores de las ciudades se mantuvieron iguales, incluso con el proceso de modernización de las construcciones coloniales, que sólo dio lugar a la adopción de ocre amarillentos y púrpuras más intensos, limitando el espectro cromático al de los suelos.

Por lo tanto, incluso coincidiendo con un período marcado por el desarrollo de la industria química en Europa y EE.UU. y, por lo tanto, con la aparición de varios tipos de pigmentos, aglutinantes y pinturas, el costo de tales productos era probablemente todavía caro, siendo accesible sólo a una pequeña parte de la población brasileña.

Este escenario cambia a partir del inicio del siglo XX, superando el blanco colonial y el amarillo ocre neoclásico, probablemente debido a la importación de materiales, como el aceite de linaza y pigmentos de otros colores, más resistentes a los efectos de la alcalinidad de la cal (RIBEIRO, 2004). Estos productos eran comprados por los pintores que preparaban sus propias fórmulas y mezclas (TELLES, 1989).

Fue también en el contexto de la transición del siglo XIX al XX que se establecieron las primeras fábricas de pintura en Brasil, la primera en 1886, en la ciudad de Blumenau, Santa Catarina, y la segunda en 1904, en la ciudad de Río de Janeiro, ambas fundadas, respectivamente, por los inmigrantes alemanes Paulo Hering y Carlos Kuenerz. La primera

(Tintas Hering S.A.) se dedicó exclusivamente a la producción de materiales y artículos para artistas. La segunda (Usina São Cristóvão), fundada por Carlos Kuenerz, se dedicó inicialmente a la producción de pinturas en polvo extraídas de minerales (TELLES, 1989).

Los escasos registros de la fabricación de pigmentos en el contexto brasileño sitúan en Ouro Preto, Minas Gerais, los primeros emprendimientos dedicados a la explotación de ocre naturales, quizás motivados por la explotación de oro y otros minerales en dicho territorio.

La Sierra de Antônio Pereira parece haber sido un importante lugar de explotación de pigmentos, donde el industrial Carlos Kuenerz tenía permiso para explorar “tintes”, según un documento fechado en 1921, contenido en el Libro nº 4 de Registros y Contratos del Ayuntamiento de Ouro Preto.

Los registros de explotación aparecen en solicitudes y contratos redactados por el Consejo Municipal de Ouro Preto entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX y se refieren siempre a los términos “tierras de color”, “ocres” y “pinturas”, que se explotarían en el Morro do Taquaral, en la región de Pedra de Amolar, en el Morro de São Sebastião, en la Serra da Brígida y en la Serra de Antônio Pereira, entre los años 1897 y 1928 (APMOP, 1896-1917; APMOP, 1917-1927; APMOP, 1927-1959).

En un artículo publicado en 1945, se confirma que “el ocre, ampliamente utilizado en la fabricación de pinturas, desde hace más de veinte años tiene sus yacimientos conocidos y explotados en los alrededores de Ouro Preto,

se pagar a tão somente o imposto de dois mil
reis (2000) de cada urna rez abatida, ficando
isento do imposto de acanques.
Em testes Maggi Salomon, mestres
e Camara

Randolph José Pereira
Procurador. Mito mais de 2000
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 Camara de 25 do corrente mez, e

de donde se exporta el producto a Río de Janeiro, São Paulo y Argentina” (MORAES, 1945, p.54; traducción nuestra).

Uno de los lugares de explotación de pigmentos mencionados en los documentos citados es el distrito de Antônio Pereira, donde aún se encuentran las ruinas del “antiguo galpón de pintura”, según el registro de bienes inventariados por el ayuntamiento de Ouro Preto. El inventario de las ruinas (SMCOP, 2007), hace referencia a lo que serían los “depósitos utilizados en la fabricación de pinturas”, sin presentar, sin embargo, descripciones más detalladas, dado el avanzado estado de degradación de las estructuras. También presenta información, basada en informes de los residentes, de que la fábrica procesaba sulfato de bario (baritina), habiendo cerrado sus actividades en la década de 1930.

Lamentablemente, las ruinas registradas en dicho inventario en el año 2007 ya no existían en el momento de una investigación de campo realizada a principios del año 2019, perdiéndose, por tanto, un importante vestigio de una actividad poco conocida en el territorio brasileño.

Otro sitio de exploración fue el distrito de Rodrigo Silva, donde aún se encuentran las ruinas de una antigua estructura utilizada, probablemente, como depósito de pigmentos crudos, ya que, a partir de un análisis general, no se encontraron evidencias de estructuras de procesamiento de pigmentos.

El número 346 de la *Revista de Química Industrial* se refiere a la explotación de la baritina, barita o sulfato de bario, otro tipo de pigmento, de color blanco, utilizado en la formulación de pinturas como carga inerte. Fue encontrada en bandas en la caliza dolomítica, incrustada

entre cuarcita y filita, presentes en las localidades de “Igreja Velha”, 1 km al sureste del distrito de Antonio Pereira, Timbopeba, Chacrinha, Cintra y Bom Jesus, en los alrededores de la ciudad de Ouro Preto (ABREU, 1961).

“Según el Ing. Lacourt, las franjas mineralizadas con barita varían de algunos centímetros a 1,8m; el mineral es casi siempre muy puro, de color blanco y de aspecto sacaroide, y ha sido utilizado por las fábricas de pintura de São Paulo y Río de Janeiro. Sin embargo, los yacimientos conocidos forman depósitos con un potencial limitado a unos pocos miles de toneladas. Dada la gran pureza de la barita de Ouro Preto, su explotación ha sido posible mediante la selección manual” (ABREU, 1961, p.13).

Todavía en la región de Ouro Preto, Jean-Marie Triat menciona en “Les ocres”, que el ocre amarillo, de origen laterítico, fue explorado en el estado de Minas Gerais, cerca de Ouro Preto y que el material también fue utilizado como materia prima para obtener ocre rojo por calcinación en hornos de leña (TRIAT, 2010). El autor parece referirse a la empresa *Morgan Mineração Indústria e Comércio Ltda.*, fundada en 1947 en Rio Acima - MG por João Morgan da Costa, ahora sucedida por la empresa Rio Acima Iron Oxide, que aún beneficia y comercializa el ocre.

Con el desarrollo de la industria química, muchos pigmentos de origen mineral, obtenidos de rocas y suelos, fueron sustituidos y, actualmente, su uso industrial se limita a las cargas minerales, pigmentos que no tienen la función de dar color sino de mejorar las propiedades y el rendimiento de las pinturas.

LOS SUELOS

Dos palabras que parecen representar lo mismo adornan este manual: tierra y suelo. Sin embargo, tienen significados diferentes: cuando decimos tierra, hablamos del origen y el destino de la humanidad, nuestro sustento, el planeta en el que viajamos, es decir, la madre tierra; cuando decimos suelo, nos referimos al material que cavamos, donde plantamos, que utilizamos para construir y que tiene sus propias características físicas, es decir, un objeto. Acerquémonos entonces a un poco de conocimiento sobre este objeto, el suelo.

El origen del suelo comienza con la formación de las primeras rocas. Todo indica que el planeta Tierra fue una vez una bola de masa fundida que se fue enfriando y solidificando en una capa exterior. Así es como se crean las rocas que conocemos. La parte más interna del planeta aún está caliente y fundida. De vez en cuando, esta masa se desborda en las grietas de la capa exterior del planeta, expulsada por los volcanes, y se enfría para formar rocas. Las rocas sólidas expuestas se descomponen por la acción del tiempo. Los bloques rocosos se expanden y contraen con la variación de la temperatura y se agrietan. Luego, la lluvia, el viento, las plantas y los animales penetran en las grietas y producen más y más materiales pulverizados. Los bloques más grandes se rompen, generando progresivamente grava y luego arena. Algunas arenas resisten incluso los fuertes impactos de las olas en las playas. Otras arenas continúan la descomposición y generan partículas algo más pequeñas llamadas limo. Los suelos con mucho limo tienen

una textura sedosa. El destino final de la descomposición hace que las partículas de limo se conviertan en arcilla.

Las arcillas son las partículas sólidas más pequeñas que se forman en la superficie terrestre y se dividen en dos grupos: las oxídicas, que tienen un formato equidimensional, y las silicatadas, que tienen un formato laminar. Las arcillas oxidadas y las partículas de limo son las principales responsables de dar color a los suelos. Las arcillas laminares contribuyen al comportamiento físico de los suelos y, cuando se presentan puras, suelen dar el color blanco a los suelos. La forma de las arcillas laminares y de algunos tipos de limo puede compararse con “naipes”.

En la Figura 1, las partículas de arcilla laminar se ampliaron miles de veces en un microscopio electrónico de barrido. Es decir, en una punta de aguja pueden caber miles de partículas de arcilla. Obsérvese la forma laminar de las partículas individuales.

En resumen, las partículas minerales estables de los suelos pueden tener tamaño de arena, con diámetro superior a 0,2 mm, de limo, con diámetro entre 0,002 y 0,02 mm, y de arcilla con diámetro inferior a 0,002 mm.

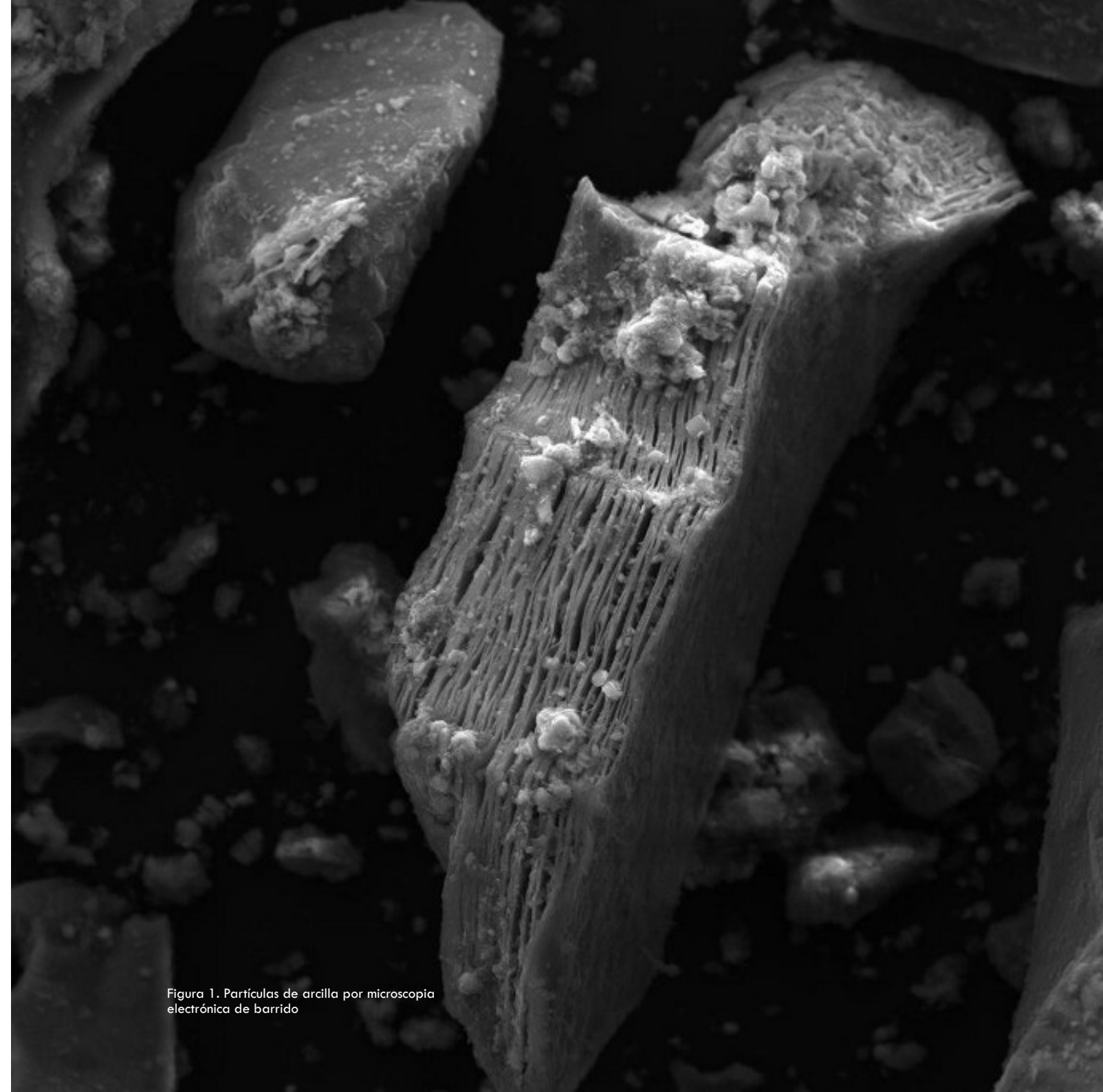
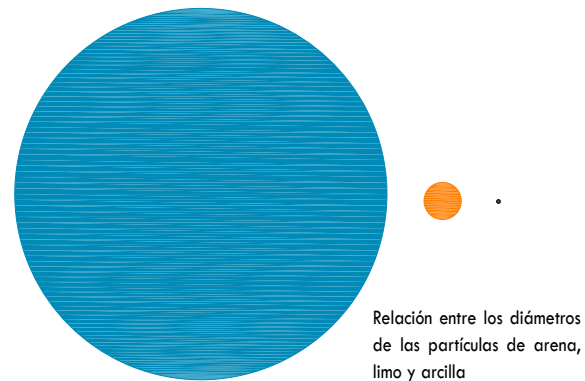


Figura 1. Partículas de arcilla por microscopía electrónica de barrido

La Figura 2 muestra un suelo que ha sido agitado intensamente en un vaso, separando los tres tamaños de partículas. Las partículas de arena son más pesadas, por lo que se decantan más rápido y se depositan en el fondo. Las partículas de limo se depositan en la capa intermedia y las de arcilla, más ligeras, tardan más en decantar y se acumulan en la capa superficial.

La historia de la formación del suelo tiene un carácter muy importante. Imagina que una partícula de arena rueda sobre una superficie. Al rodar, la partícula de arena atraerá a su alrededor partículas ligeramente más pequeñas, llamadas partículas de limo. Así, en los espacios entre la arena y el limo caben miles de partículas de arcilla que actúan como pegamento.

Además de las arcillas, los suelos contienen sustancias orgánicas de tamaño similar a las arcillas, conocidas

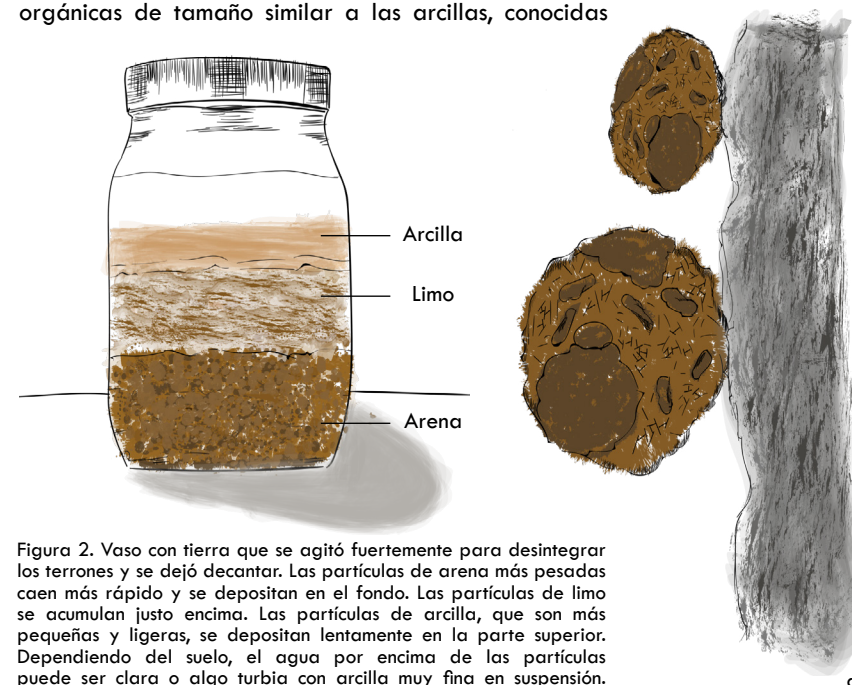


Figura 2. Vaso con tierra que se agitó fuertemente para desintegrar los terrones y se dejó decantar. Las partículas de arena más pesadas caen más rápido y se depositan en el fondo. Las partículas de limo se acumulan justo encima. Las partículas de arcilla, que son más pequeñas y ligeras, se depositan lentamente en la parte superior. Dependiendo del suelo, el agua por encima de las partículas puede ser clara o algo turbia con arcilla muy fina en suspensión.

como materia orgánica. La materia orgánica procede de la descomposición de hojas, raíces, insectos y miles de seres vivos que habitan los suelos. Estas sustancias tienen colores oscuros y se adhieren a las partículas de arena, limo y arcilla. Las sustancias orgánicas también funcionan como pegamento. Es decir, las arcillas y la materia orgánica agregan las partículas del suelo. Así nace el carácter principal de los suelos, que llamamos agregado. La Figura 3 muestra los agregados que son aglomeraciones que reúnen partículas más grandes de arena y limo adheridas entre sí por arcillas y materia orgánica. Es importante tener en cuenta que dentro de los agregados hay pequeños poros, llamados microporos y, entre los agregados tenemos poros más grandes, llamados macroporos.

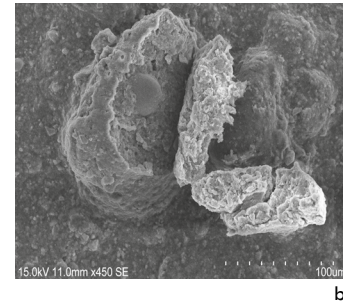


Figura 3a. Sección ampliada de un muro que muestra la rugosidad y un terrón de tierra adherido. El terrón es un agregado compuesto por partículas grandes de arena, partículas medianas de limo y partículas pequeñas y muy pequeñas de arcilla representadas por pequeños guiones y materia orgánica de color marrón. Las arcillas y la materia orgánica actúan como un adhesivo que une todas las partículas de un terrón. La zona del macizo que se pega a la pared es pequeña en relación con el resto de la zona del macizo. Figura 3b. Imagen microscópica del agregado de partículas presente en la muestra de pintura adherida al sustrato de mortero.

Para observar los agregados tomamos una porción de tierra en las manos y la desmenuzamos con los dedos sin amasarla. Los agregados son aquellas aglomeraciones que se presentan con una forma regular. La forma más común de los agregados es la esférica, sin embargo, hay suelos con agregados cúbicos o columnares.

El gran mérito de las arcillas laminares y de la materia orgánica es formar terrones porosos. Es como si construyeran un “castillo de naipes” en el que los bordes de los naipes se conectan en la cara de los otros naipes. En la Figura 4 vemos un detalle de un agregado donde las arcillas laminares se organizan de esta manera. Entre las letras hay un espacio libre por el que pueden pasar el agua y el aire, que son los microporos.

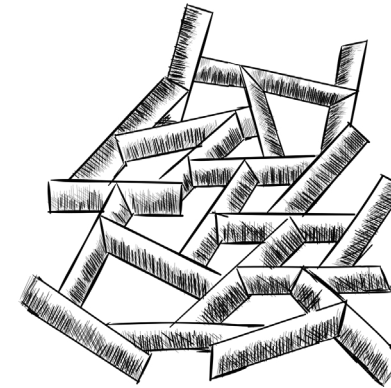


Figura 4. Láminas de arcilla dispuestas en forma de castillo de naipes. El borde de una hoja es atraído por la cara de otra hoja. Así, las arcillas forman un esqueleto que contiene pequeños poros dentro del castillo de naipes y encierra las partículas de limo y arena.

Los agregados tienen dos características muy importantes para los agricultores: son terrones resistentes y porosos. Un buen agricultor es un productor de estos agregados. Sin embargo, si para los agricultores la

agregación es beneficiosa, para producir pintura la agregación es un problema. Para pintar una pared no podemos utilizar los áridos tal y como están en los suelos. Si utilizamos los áridos para pintar, pondremos pequeños grumos redondos y porosos en la superficie de las paredes.

La Figura 3a muestra esta situación indicada en los puntos de contacto entre los agregados y una pared. Cada terrón aislado se apoya en los demás y en las paredes con una pequeña superficie de contacto, lo que reduce su adherencia. Lo mismo ocurre con las partículas de arena. Cuando ponemos sólo arena en las paredes sin un cemento o un pegamento se deshace y se cae.

Otro problema que presenta el uso de suelos con agregados en su estado natural es la absorción de agua. La elevada porosidad de los áridos favorece la absorción de agua que promueve su expansión. Esta agua puede ser absorbida tanto por el contacto con la lluvia como por la humedad del aire. Las variaciones de la humedad del aire se producen tanto entre las estaciones lluviosas y secas como diariamente entre el día y la noche. La humidificación y el secado de los agregados provocan la expansión y la contracción, repetidas muchas veces, promueven el agrietamiento de la pintura. Por lo tanto, para preparar las pinturas, es importante desmontar el “castillo de naipes” de los agregados y montarlo con otra organización para reducir la porosidad.

El proceso de desmantelamiento del “castillo de naipes” se produce en la naturaleza. La fuerza del impacto de las gotas de lluvia que caen directamente sobre los agregados de un suelo sin cobertura vegetal desarticula los agregados.

Obsérvese que el agua de los tejados que gotea golpea el suelo y salpica las paredes de las casas coloreándolas con el color de la tierra. Es como si se “pintaran” las paredes con las finas partículas desintegradas. Otro proceso natural que favorece este desprendimiento son los torrentes que arrastran el suelo y rozan los agregados entre sí, o con los obstáculos de los arroyos. Cuando los sedimentos finalmente se asientan, los agregados se desmontan y forman una estructura compacta.

La Figura 5 da una idea de cómo se organizan las arcillas y los limos laminares tras ser disgregados por la acción mecánica y reorganizados. Esta acumulación organizada se produce bien en una precipitación que se acumula en un charco de agua y se asienta o en una capa de suelo disgregado aplicada a un muro. Forman una capa compacta con baja porosidad. Las partículas así organizadas tienen una gran superficie de contacto entre sí y con una pared en el caso de un trabajo de pintura.

Las partículas de arcilla y limo con formato laminar se ajustan perfectamente cara a cara reduciendo la porosidad total (RESENDE et al., 2014). Este proceso también se produce cuando fabricamos ladrillos y amasamos la arcilla. Los ladrillos tienen una alta densidad y son mucho más compactos que los suelos de los que se extrajo la arcilla. La superficie de contacto entre las partículas es máxima. Es como si pusieramos dos placas de vidrio una contra otra y una fina capa de agua entre ellas. Las dos placas se unen con fuerzas muy grandes. Por eso, cuando trabajamos con tierra arcillosa, las partículas se meten bajo las uñas o en las herramientas y les cuesta salir. Con la arcilla es posible moldear figuras,

jarrones y otros objetos. En cambio, las arenas y los limos no se pegan como las arcillas. Con las arenas y los limos no podemos producir una masa moldeable o plástica.

En otras palabras, un agricultor cultiva la estructura de los suelos en agregados para asegurar la vida, mientras que un productor de pinturas desmonta

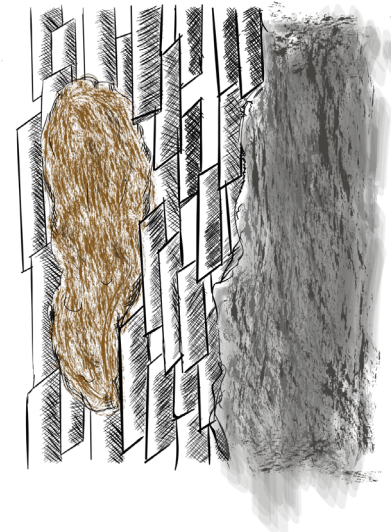


Figura 5. Sección ampliada de un muro que muestra la rugosidad y una película de pintura preparada con tierra y aplicada al muro. Los terrones se desintegraron por la acción mecánica de un disco de cowles accionado por un taladro. La arena se eliminó por tamizado. La partícula de limo está totalmente involucrada con las láminas de arcilla. El castillo de naipes que existía en el terrón de tierra fue desmantelado. Las partículas de arcilla laminar estaban todas dispuestas cara a cara, aumentando el contacto entre ellas, entre ellas y la partícula de limo y entre las partículas de pintura y la superficie de la pared. La cola blanca utilizada para fabricar la pintura funciona como un aglutinante que une las partículas de pintura entre sí y con la pared. Obsérvese que la porosidad es menor en comparación con la del castillo de naipes. Además, el área de contacto entre las partículas del suelo y la pared es mucho mayor que si se tratara de terrones redondos, como se muestra en la Figura 3.

la estructura de los agregados para organizarlos en forma de una película que llamamos pintura. El desmantelamiento de los agregados puede realizarse con dos tipos de fuerzas: químicas y físicas. Las fuerzas

químicas implican un cambio de acidez y requieren un control de laboratorio del proceso a nivel industrial, lo que no es el objetivo de este manual. Las fuerzas físicas imitan a las naturales, como el impacto de la lluvia o los torrentes, o incluso la compactación por el paso continuo de animales o causada por las ruedas de los vehículos. La experiencia acumulada en el proyecto Colores de la Tierra y perfeccionada en la investigación (CARDOSO, 2015; CARDOSO, 2020), demostró que el uso de un disco de cowles (Ver Apéndice 1) es eficiente para desmontar los agregados y reordenar las partículas laminares para preparar las pinturas. Las pinturas de buena calidad tienen las partículas de limo y arcilla bien distribuidas en el agua, formando una consistencia cremosa que facilita la aplicación. Tras la aplicación, el agua se evapora y las partículas se unen de forma organizada, formando una película. Por lo tanto, el desprendimiento de los agregados es esencial para suspender las partículas de limo y arcilla en la pintura.

A medida que las rocas se descomponen, se forman capas generalmente paralelas. La figura 6 muestra las capas de un suelo completo, incluida la roca madre. La capa superior del suelo tiene los niveles más altos de materia orgánica añadida por las plantas y otros seres vivos. Por lo tanto, tiene una coloración más oscura y los agregados tienen una forma redondeada. La materia orgánica es el agente agregador más importante en esta capa. Llamamos a esta capa superficial Horizonte A. En una capa justo debajo, crecen raíces más profundas y seres vivos como hormigas, termitas, lombrices de tierra y otros construyen sus nidos y mueven las partículas. El contenido de materia orgánica es mucho menor en esta

capa que en la capa superficial. Por esta razón, esta capa no tiene colores tan oscuros o grisáceos como el Horizonte A. Las arcillas son los elementos más importantes para formar los agregados en esta capa. A esta capa la llamamos Horizonte B.

Finalmente, en las capas más profundas la influencia de la materia orgánica es mínima y la cantidad de arcillas disminuye mucho. La mayor cantidad de arena y limo en las capas más profundas dificulta la formación de agregados. Las partículas de estas capas permanecen aisladas y se desprenden fácilmente por la acción de la lluvia cuando están expuestas. Es decir, la agregación se observa poco en las capas más profundas. Llamamos a esta capa Horizonte C.

Por debajo de todas las capas está el Horizonte R, que es la roca propiamente dicha. Un suelo maduro y desarrollado tiene todos estos horizontes, A, B, C y R. Los suelos muy jóvenes sólo tienen el horizonte A apoyado en la roca. Hay suelos jóvenes poco profundos que tienen el Horizonte A, el Horizonte C y el Horizonte R, faltando en ellos el Horizonte B.

La identificación de los horizontes del suelo es muy importante para elegir los materiales adecuados para la producción de pinturas.

La capa superficial, que es el Horizonte A, tiene contenidos de materia orgánica que favorecen el desarrollo de microorganismos, especialmente hongos que degradan las pinturas y, por tanto, no debe utilizarse como fuente de pigmentos. Las capas del subsuelo, que son el Horizonte B y el Horizonte C, pueden utilizarse. La baja agregación de

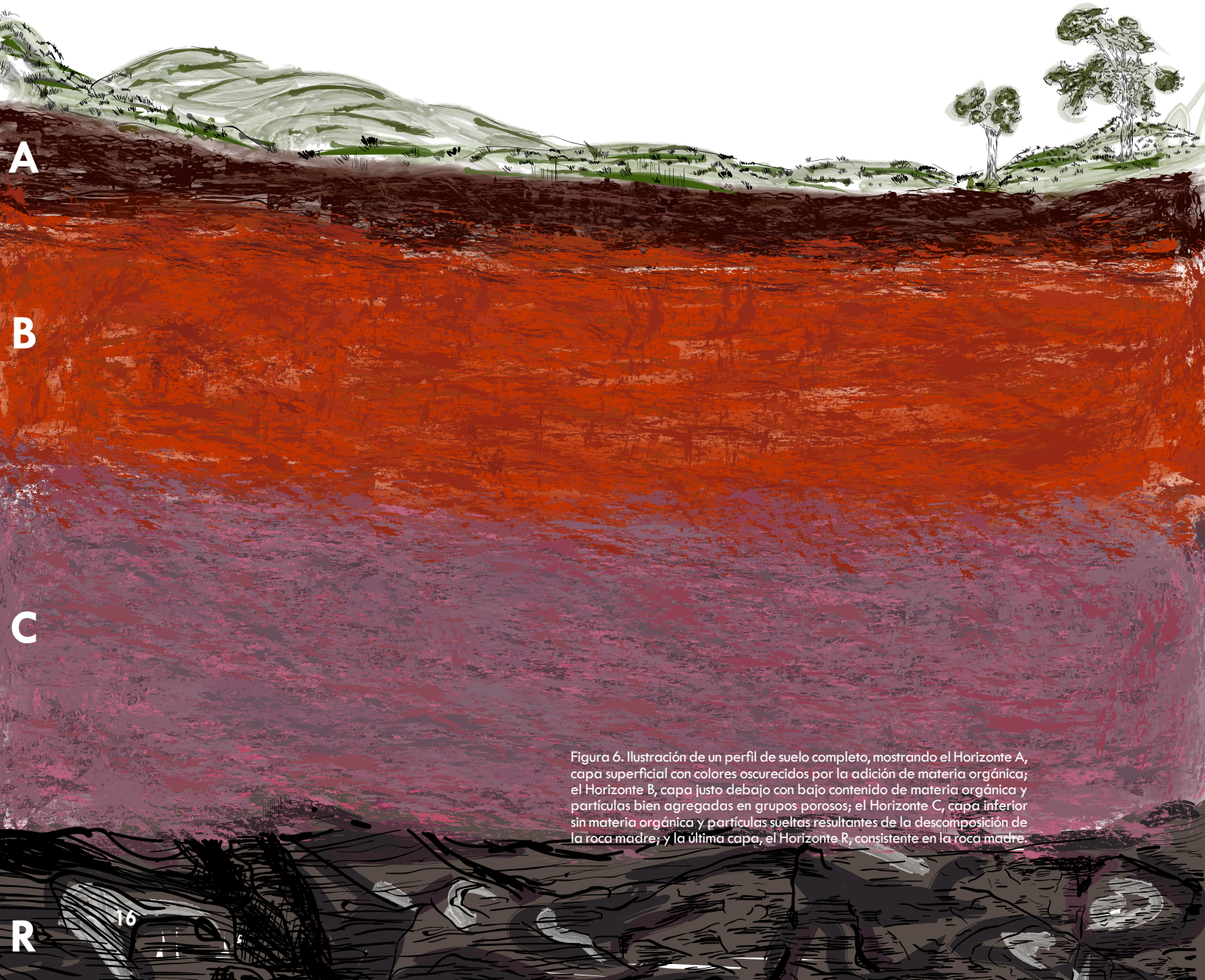


Figura 6. Ilustración de un perfil de suelo completo, mostrando el Horizonte A, capa superficial con colores oscurecidos por la adición de materia orgánica; el Horizonte B, capa justo debajo con bajo contenido de materia orgánica y partículas bien agregadas en grupos porosos; el Horizonte C, capa inferior sin materia orgánica y partículas sueltas resultantes de la descomposición de la roca madre; y la última capa, el Horizonte R, consistente en la roca madre.

partículas en Horizonte C favorece la producción de pinturas de buena calidad.

La otra propiedad de las partículas finas del suelo importante para la producción de pinturas es el color, o mejor dicho, los colores de la tierra. El origen de los colores depende de los elementos químicos que componían las rocas y del proceso de descomposición que las atacaba. Una roca o una capa de roca que no tiene hierro da lugar a partículas de color claro, muy a menudo de color blanco. En las rocas o capas rocosas que contienen hierro y tienen porosidad para la penetración del oxígeno, se produce una oxidación que da lugar a partículas que son rojas en ambientes de baja humedad y amarillas en ambientes más húmedos. En los lugares donde los suelos permanecen completamente encharcados durante todo el año, el oxígeno está totalmente ausente. En estos casos el hierro sufre la reacción contraria de oxidación y se

disuelve por completo sin aportar ningún color al suelo. En estos ambientes, las partículas finas, principalmente arcillas, dan a los suelos colores claros. Estos suelos son la fuente de las arcillas blancas (tabatinga).

Las partículas finas del suelo, ya sean arcillas o limos, se dan principalmente en los horizontes B y C, de los que, por tanto, se extraerán los pigmentos con los que producimos las pinturas. La enorme diversidad de colores que se encuentra en los suelos se debe a su naturaleza heterogénea, es decir, los suelos están compuestos por diferentes materiales con distintas características y en diferentes proporciones.

Por lo tanto, las pinturas y los cuadros producidos con pigmentos del suelo reflejan la belleza y la complejidad de la naturaleza, y no es posible mantener un estándar de color como el que existe en las pinturas industrializadas. Desde el punto de vista estético, cada pintura con pigmentos de tierra constituye una obra única.



Pintura mural realizada con pigmentos de suelo en San Pedro de Atacama - Chile. Foto: Vincent Pierre



Foto: Fernando Cardoso

PINTURAS

PRODUCIR Y PINTAR

Las pinturas se utilizan para embellecer y proteger los sustratos. Al igual que nuestra piel, la pintura protege las partes internas de las paredes del edificio y estará en contacto permanente con el medio ambiente. Este entorno puede promover una serie de daños en las pinturas. La resistencia a este daño dependerá de la calidad de la pintura y, sobre todo, de las condiciones del sustrato. Sin esto, la dimensión estética del cuadro se verá comprometida por la manifestación de patologías.

La calidad de la pintura dependerá de la reproducción rigurosa del proceso que se presenta en las páginas siguientes y también de la calidad del PVAc, que debe ser el mismo que se utiliza para pegar madera (que se vende en las tiendas de materiales de construcción) y no el de uso escolar (que se vende en las papelerías).

En cuanto al soporte, ninguna tinta funcionará bien si no presenta buenas condiciones para ello. Por lo tanto, su preparación es fundamental. Además, hacemos hincapié en que las pinturas elaboradas según las siguientes instrucciones se recomiendan para pintar sustratos minerales porosos, es decir, paredes, y no otros materiales.

Por tanto, la pintura es sólo una parte del conjunto. Por lo tanto, entre la producción de la pintura y el pintado, hay que superar muchos pasos para lograr resultados satisfactorios.



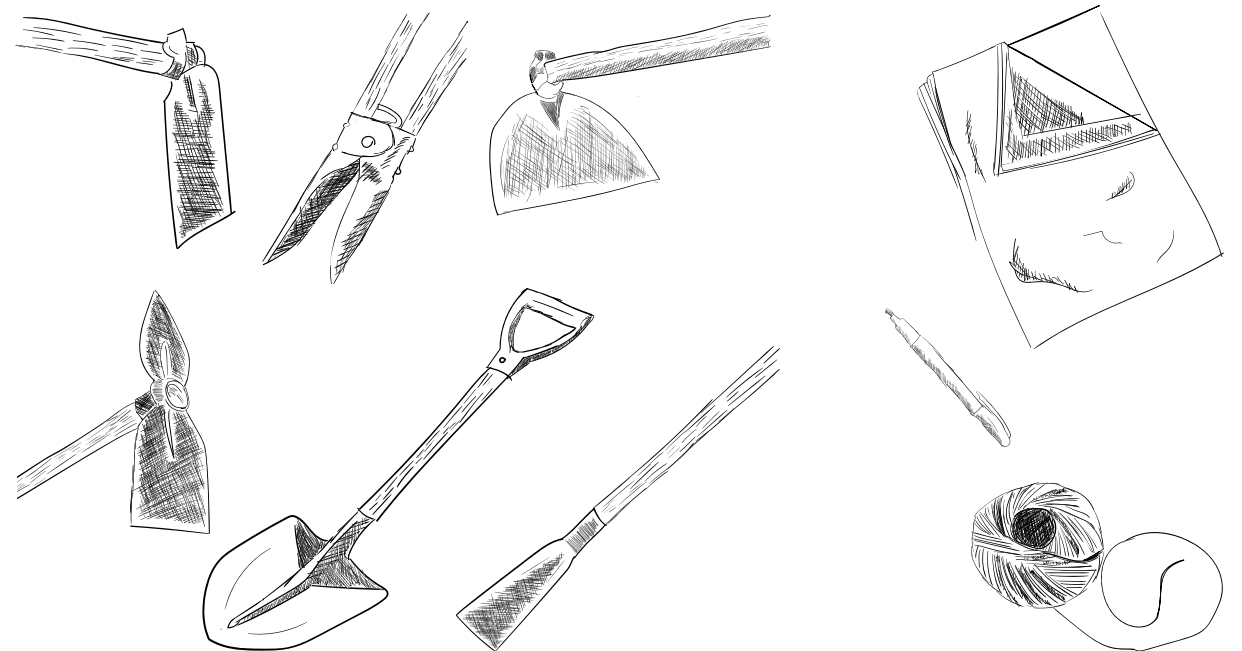
Foto: Vellozia Filmes

COLECTA DE SUELOS

El suelo es el material en estado natural que se recogerá para obtener los pigmentos. Su recolección se realizará en dos etapas, la primera de ellas exploratoria, para obtener muestras de diferentes tipos de suelo para su análisis. La segunda etapa está destinada a la colecta de muestras seleccionadas para producir mayores volúmenes de pintura. El trabajo por etapas evita la recolección de grandes volúmenes de tierra que no pueden utilizarse para producir pintura, lo que ahorra tiempo y mano de obra y reduce el impacto en el medio ambiente.

Para realizar las pruebas, se deben tomar pequeñas muestras de suelo, con volúmenes de aproximadamente 2 litros, en diferentes lugares y posiciones del relieve, recordando que los suelos presentes en los horizontes B y C son los adecuados. Esto permitirá obtener muestras con diferentes colores y composición granulométrica. Después de realizar las pruebas, se definirán las muestras definitivas, que se recogerán para producir volúmenes más grandes de pintura.

Materiales y herramientas



Cómo colectar

Situación 1 | Colecta en barranco



PASO 1. Realizar una limpieza superficial del barranco.



PASO 2. Retirar la capa superficial de aproximadamente 5 cm de espesor y desecharla.



PASO 3. Cubrir la base del barranco con una bolsa de plástico, cavar con una azada o azadón y extraer las muestras de manera uniforme en diferentes posiciones sin cavar agujeros para evitar dañar la estructura del barranco y provocar así desprendimientos y erosión. Tomar las muestras con cuidado para evitar la contaminación con materiales orgánicos u otros tipos de suelos. Limpie siempre a fondo las herramientas después de cada recogida.



PASO 4. Almacenar en bolsas de plástico, atar con cuerda e identificar la muestra.

Fotos: Vellozia Filmes

Cómo colectar

Situación 2 | Colecta en superficie plana



PASO 1. Retirar la capa superficial (horizonte A) con una azada y reservar.



PASO 2. Excave con una azada o cavador manual para extraer las muestras, teniendo cuidado de evitar la contaminación con materiales orgánicos u otros tipos de suelos. Forrar siempre con bolsas de plástico y limpiar bien las herramientas después de cada recogida.



PASO 3. Almacenar en bolsas de plástico, atar con cuerda e identificar la muestra.



PASO 4. Al final de la recolección, cubra el hoyo con la capa superficial (horizonte A) que se retiró en el paso 1 y compáctela para evitar accidentes y erosión.

Fotos: Vellozia Filmes

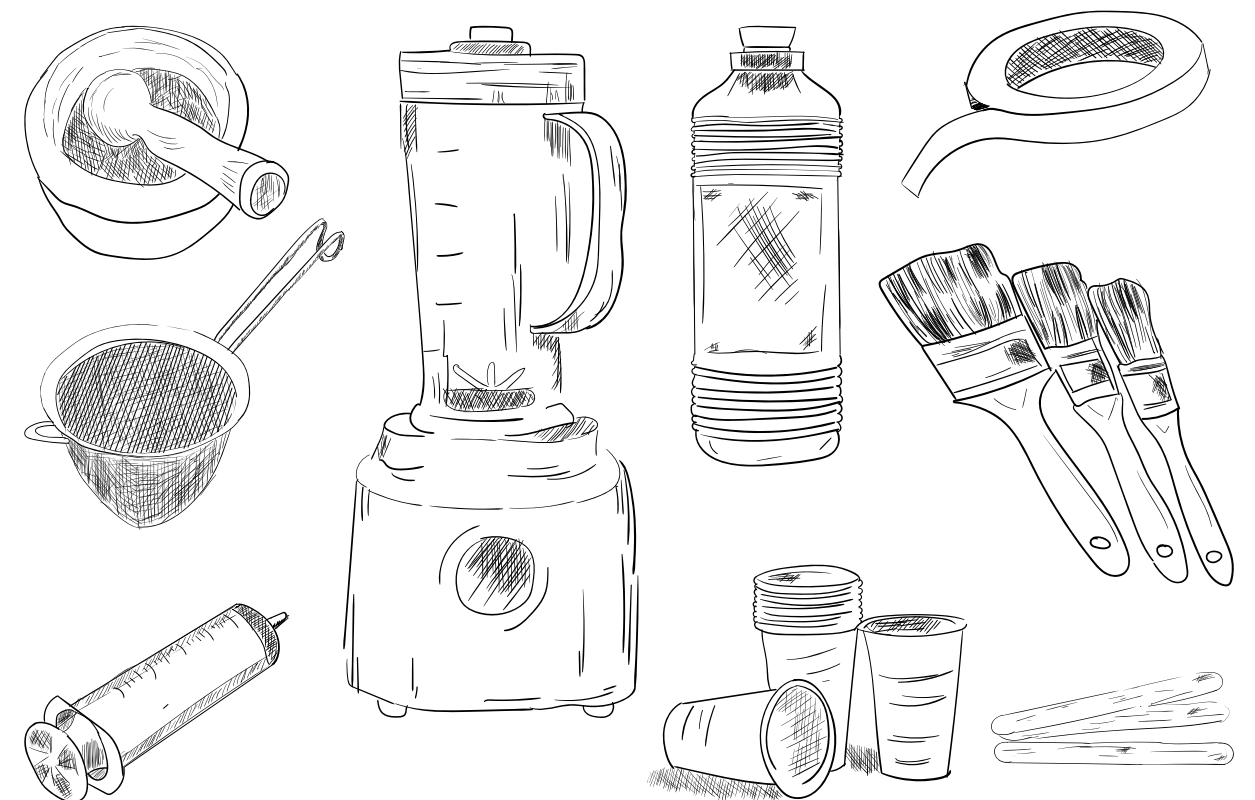


Foto: Fernando Cardoso

PRUEBAS

En esta fase realizaremos el primer ejercicio de preparación de muestras de algo que todavía no llamaremos pintura. El objetivo de este paso es entender cómo se comporta cada pigmento, de modo que tengamos información para decidir cuál utilizar en función del color y el poder de cobertura. Es en esta fase cuando se extraen del suelo, material en estado natural, los pigmentos que se utilizarán para producir las pinturas. Para realizar las pruebas es importante que las muestras estén secas, trituradas, libres de contaminación y debidamente identificadas.

Materiales y herramientas



Preparación de muestras



PASO 1. Desmenuzar un volumen de 100 ml de tierra seca. Cuanto más se desmenuce, más precisas serán las medidas de volumen y mayor será la homogeneidad.



PASO 2. Diluir el volumen de tierra triturada en 200 ml de agua a mano, con una licuadora o batidora.

PASO 3. A continuación, tamizar el material diluido a través de un tamiz fino para separar la arena y la materia orgánica. La viscosidad debe ser similar a la de la pintura convencional y debe ajustarse si es necesario. Si es demasiado consistente sólo hay que añadir más agua y si es demasiado líquida sólo hay que añadir tierra, mezclar bien y colar.



PASO 4. Verter el material en un recipiente, añadir 30 ml de PVAc y mezclar bien con un palillo o una cuchara.

PASO 5. Tapar el recipiente e identificar la muestra preparada.



PASO 6. Repetir las operaciones anteriores con todas las muestras recogidas y apartarlas, evitando dejar las muestras expuestas al sol. Estas muestras no son pinturas en sí mismas. Sólo se utilizan para evaluar el efecto de color y el poder de cobertura de los pigmentos obtenidos de las tierras recogidas.

Fotos: Vellozia Filmes

Paleta de colores

La paleta de colores sirve para evaluar el color y la capacidad del pigmento para cubrir el sustrato. Por lo tanto, es importante producir la paleta de colores en la pared que se va a pintar y no en otros sustratos.



PASO 1. Limpiar el sustrato (pared).



PASO 3. Mezclar bien cada muestra y aplicar la primera capa con una brocha en los espacios definidos, recordando identificar cada muestra aplicada en la pared. Esperar a que se seque (el tiempo de secado depende de varios aspectos como la temperatura, la humedad, la ventilación, la exposición al sol y la porosidad del sustrato). Aplicar la segunda capa, esperar a que se seque y finalmente aplicar la tercera. Recuerde siempre mezclar bien antes de pintar.



PASO 2. Delimitar con cinta adhesiva los espacios para la aplicación de cada muestra. Sugerencia: marcar espacios rectangulares de 10 por 15 cm para cada muestra/color.



PASO 4. Repetir las operaciones anteriores con todas las muestras, esperar a que se sequen y retirar con cuidado la cinta adhesiva.

Fotos: Vellozia Filmes

Mezcla de colores



PASO 1. Para mezclar los colores es importante medir con precisión la proporción de cada muestra que se va a mezclar y recordar siempre que hay que homogeneizar bien. Para extraer alícuotas con volúmenes precisos, se recomienda utilizar jeringas graduadas o recipientes graduados.



Fotos: Vellozo Filmes

PASO 2. Mezcla bien y recuerda siempre anotar las proporciones de cada muestra que compone la mezcla. Ejemplo: 10 ml de color amarillo a 20 ml de color rojo. A continuación, aplique a la paleta de colores según los procedimientos indicados en el punto anterior.

Avaliación del color y del poder de cobertura

El color y el poder cubriente se utilizan para orientar la selección de los pigmentos que se utilizan en la producción de pinturas para pintar grandes superficies. El color depende de las preferencias del usuario, y puede alterarse mediante mezclas. Y el poder de cobertura es la capacidad que tiene un pigmento para cubrir el sustrato. Lo ideal es que el pigmento cubra el sustrato con un máximo de 3 capas. Si esto no ocurre, el consumo de pintura será muy elevado, lo que hace que la pintura producida con un determinado pigmento no sea rentable.

Una vez definidos los colores que se utilizarán para producir mayores volúmenes de pintura, mida la superficie de las paredes que se pintarán con cada color para estimar el volumen de tierra que debe recogerse.

Volumen de suelo a colectar para producir mayores cantidades de pintura

Para saber el volumen aproximado a colectar, mida la superficie en m² que se pintará con cada color y multiplíquela por 0,2. Ejemplo: para un muro de 10 m² tendremos: 10 x 0,2 = 2 litros de tierra. Una vez calculado el volumen, vuelva a los lugares de colecta y recolecte muestras más grandes, recordando desmenuzar todo lo posible para garantizar una mayor precisión del volumen calculado.



Foto: Fernando Cardoso



Foto: Fernando Cardoso

PRODUCCIÓN

Una pintura es una mezcla de pigmento, aglutinante y disolvente; el primero se encarga de colorear y ocultar el sustrato; el segundo, de recubrir y adherir los pigmentos entre sí y a las superficies; y el tercero, la parte volátil de las pinturas, de diluir los pigmentos y los aglutinantes.

Según el tipo de aglutinante utilizado, las pinturas reciben diferentes nombres técnicos. Las pinturas producidas con cola blanca o PVAc (acetato de polivinilo) se denominan pinturas de látex.

La producción de la pintura se hará en dos etapas. Como cada pigmento del suelo tiene sus propias características, no es posible definir a priori una fórmula única que sirva para producir pinturas con cualquier tipo de pigmento. Por lo tanto, en la primera etapa produciremos un pequeño volumen para conocer las características del pigmento de un determinado suelo y en la segunda etapa, una vez que conozcamos la fórmula adecuada para el pigmento en cuestión, produciremos un volumen suficiente para pintar una pared o un edificio entero. La producción en dos etapas también es importante para evitar el desperdicio.

Las pinturas de látex rinden más cuando se aplican en interiores y se protegen de la intemperie. Sin embargo, los estudios (CARDOSO, 2020) concluyeron que también es posible aplicar pinturas de látex producidas con pigmentos de suelo en superficies externas, logrando una buena resistencia a la intemperie.

Cómo producir aproximadamente 4 litros de pintura

Materiales y herramientas



Procedimientos

PASO 1. Vierta 1,5 litros de tierra seca y desmenuzada en 3 litros de agua y bata con un disco cowles acoplado al taladro durante 15 minutos. Véase la información sobre el disco cowles en el Apéndice 1.





Fotos: Vellozia Filmes

PASO 2. Vierta 1,5 litros de tierra seca y desmenuzada en 3 litros de agua y bata con un disco cowles acoplado al taladro durante 15 minutos. Véase la información sobre el disco cowles en el Apéndice 1.

PASO 3. Medir la viscosidad. Véase la información sobre el viscosímetro y la medición de la viscosidad en el Apéndice 2. Si la viscosidad es alta, añada un volumen conocido de agua y mezcle; si la viscosidad es baja, añada tierra, bata nuevamente, tamice y vuelva a medir la viscosidad hasta alcanzar la consistencia adecuada.

PASO 4. Calcular el volumen final del pigmento: Medir el volumen final del pigmento + el agua y restar el volumen del agua para encontrar el volumen del pigmento.

ETAPA 5. A continuación, divida el volumen de pigmento por el volumen total (agua + pigmento) para calcular el CONTENIDO DE PIGMENTO. Este contenido se utilizará para calcular el consumo de PVAc y el rendimiento de la pintura según las Tablas 1 y 2.

CONTENIDO DE PIGMENTO	PINTURA INTERNA	PINTURA EXTERNA
	% de PVAc*	% de PVAc + % de Aceite de linaza**
Menor que 15%	60	60 + 5
Entre 15% y 30%	40	40 + 5
Mayor que 30%	20	20 + 5

Tabla 1. Proporciones de PVAc y aceite de linaza en función del contenido de pigmentos según la finalidad de la pintura: pinturas interiores o exteriores. *Calculado según el volumen del pigmento; **Calculado según el volumen del pigmento.

CONTENIDO DE PIGMENTO	RENDIMIENTO APROXIMADO (m ² /L) *
Menor que 15%	2
Entre 15% y 30%	4
Mayor que 30%	6

Tabla 2. Rendimiento aproximado de la pintura en función del CONTENIDO DE PIGMENTO. *Considerar una capa de sellador y hasta tres capas de pintura.



ETAPA 6. Si la pintura se va a utilizar para pintar paredes exteriores, añada aceite de linaza en un volumen correspondiente al 5% del volumen del pigmento y agite con un disco cowles durante 5 minutos.

ETAPA 7. A continuación, añada PVAc según las indicaciones de la Tabla 1 y mezcle con un mezclador helicoidal acoplado a un taladro, o manualmente, durante 5 minutos (no utilice un disco cowles en esta fase).

ETAPA 8. Una vez terminada la preparación de la muestra, tape el recipiente e identifíquelo.

ETAPA 9. Para saber el volumen total de pintura que hay que producir para pintar una pared o un edificio entero, basta con multiplicar el rendimiento aproximado por la superficie a pintar según la Tabla 2.

ETAPA 10. Repita los procedimientos anteriores para obtener el volumen total de pintura necesario para pintar una pared o un edificio entero.



Fotos: Vellozia Filmes

Almacenamiento

Recomendamos que sólo se produzca la cantidad de pintura necesaria para pintar una zona determinada y que se recoja y almacene un volumen extra del mismo suelo para producir pintura para reparaciones o futuros repintados. No recomendamos producir pintura y almacenarla durante más tiempo que el necesario para realizar el servicio de pintura. La razón de almacenar una muestra extra del mismo suelo, y no la pintura, se debe a la posibilidad de degradación de la pintura si no se almacena bien, evitando así el desperdicio.

En este caso, es importante que el volumen extra de suelo se recoja en el mismo lugar, porque debido a la heterogeneidad natural de los suelos, pueden producirse cambios de color si se realiza una futura colecta en otro lugar, aunque sea cercano.

Ahora bien, si es necesario almacenar pintura, es importante tener en cuenta que el suelo utilizado debe estar libre de materiales de origen orgánico, que pueden pudrirse, y que el recipiente que se utilice esté limpio y pueda taparse herméticamente.

Para utilizar pinturas que han sido almacenadas es importante homogeneizarlas muy bien, porque los pigmentos decantan de forma natural y forman una costra en el fondo del recipiente.



Foto: Fernando Cardoso

EJEMPLO DE CÁLCULO DEL CONTENIDO DE PIGMENTO, VOLUMEN DE PVAc Y RENDIMIENTO DE LA PINTURA

1. Supongamos que, tras mezclar 1,5 L de tierra seca y triturada con 3 L de agua, batir con un disco de cowles durante 15 minutos, tamizar en un tamiz fino y descartar el material retenido en el tamiz, el volumen final de pigmento diluido en agua es de 4 L.

2. Y que, al medir la viscosidad de esta mezcla, se observó que su tiempo de paso por el orificio era de 20 segundos. Esto significa que la mezcla es muy viscosa y debe diluirse para que la pintura tenga la consistencia ideal para su aplicación (véase el Apéndice 2).

3. Añadiendo otros 0,2 L (200 ml) de agua, mezclando bien y midiendo de nuevo la viscosidad, se observó que el tiempo de paso por el orificio estaba entre 12 y 14 segundos, lo que significa que se había alcanzado la viscosidad ideal.

4. Ahora sabemos que el volumen final de la mezcla de agua + pigmento es de 4 L + 0,2 L, es decir, 4,2 L.

5. Para saber el volumen de pigmento que compone esta mezcla, basta con restar el volumen de agua del volumen total. Sabemos que el volumen de agua es la suma del volumen inicial más los 0,2 L añadidos para equilibrar la viscosidad, es decir, 3 L + 0,2 L = 3,2 L. Sabiendo que el volumen final de la mezcla era de 4,2 L, basta con restar de este volumen los 3,2 L de agua, lo que da como resultado 1 L de pigmento. La reducción del volumen del pigmento se debe a la eliminación de la parte que quedó retenida en el tamiz (arena, materia orgánica, etc.).

6. Una vez hecho esto, es posible calcular el CONTENIDO DE PIGMENTO. Para calcularlo, basta con dividir el volumen final del pigmento (1 L) por el volumen de la mezcla agua-pigmento (4,2 L), lo que da como resultado aproximadamente el 0,25 o el 25%. Esto significa que aproximadamente el 25% del volumen de la mezcla está formado por pigmento.

7. Una vez conocido el CONTENIDO DE PIGMENTO, compruebe la Tabla 1 para saber qué cantidad de PVAc

debe añadirse a la mezcla para terminar la producción de pintura. Como el CONTENIDO DE PIGMENTO es del 25%, ahora sabemos que debemos añadir un volumen de PVAc igual al 40% del volumen de pigmento, es decir, el 40% de 1 L de pigmento, que equivale a 0,4 L o 400 ml de PVAc.

8. Si la pintura se utiliza para pintar en exteriores, recuerde añadir antes del PVAc un volumen de aceite de linaza igual al 5% del volumen del pigmento, es decir, 0,05 L o 50 ml.

9. Y por último, ¿cuál sería el rendimiento aproximado de esta muestra de pintura? Basta con comprobar la Tabla 2. Dado que el CONTENIDO DE PIGMENTO está entre el 15% y el 30%, el rendimiento aproximado será de 4 m²/L, es decir, cada litro de pintura es suficiente para pintar aproximadamente 4 m² de superficie, considerando tres capas.

10. Suponiendo que la superficie que se va a pintar es de 60 m², basta con dividir esta superficie por 4 para saber cuántos litros de pintura hay que producir, es decir, $60 \div 4 = 15$ litros de pintura.

NOTA | Cuando el CONTENIDO DE PIGMENTO es demasiado bajo, el poder de recubrimiento se ve perjudicado, necesitando varias capas para cubrir el sustrato y, por tanto, un mayor consumo de pintura. Esto se debe a las características específicas de cada pigmento, que afectan al comportamiento reológico de la pintura. Una forma de resolver esta situación es mezclar CARGAS MINERALES a los pigmentos. Actúan como “rellenos”, aumentando el CONTENIDO DE PIGMENTOS y, por tanto, el rendimiento de la pintura. Los residuos de corte de mármol y granito, por ejemplo, son buenas opciones de RELLENOS MINERALES que se pueden añadir. Para ello, es importante realizar todos los procedimientos indicados en la etapa de PRUEBAS de este manual, con especial atención al ítem MEZCLAS DE COLOR. Para saber más sobre el tema, ver los trabajos de Lopes et al. (2019) y Tressmann et al. (2020).

PREPARACIÓN DE SUSTRATOS

Esta etapa del trabajo tiene una importancia fundamental. Sin una buena preparación del sustrato, el rendimiento y la calidad de la pintura se verán afectados. Antes de empezar a preparar los soportes, es importante entender que la pintura es sólo una parte del sistema de pintado, es decir, que antes de pintar hay que realizar una serie de procedimientos para obtener buenos resultados. Es importante destacar que este tipo de pintura está destinada a pintar sustratos minerales porosos, como las paredes de los edificios, y no otros materiales como la madera, los metales o los plásticos.

El sistema de pintura se compone de:

- Fondo o sellador: es un producto destinado a la primera capa de la superficie y actúa como puente entre el sustrato y la pintura. La imprimación se denomina sellador cuando se aplica sobre superficies de mortero y está indicada para reducir y/o uniformar la absorción de los sustratos. De este modo, la pintura será absorbida uniformemente por el sustrato en toda su extensión, evitando las manchas y el consumo excesivo.
- Imprimación para paredes: sirve para promover la cohesión de las partículas sueltas del sustrato, por lo que se recomienda su aplicación en superficies sin firmeza o cohesión, es decir, que tienden a deshacerse, como morteros débiles, encalados, repintados o superficies de yeso.
- Masilla: es una pasta que sirve para corregir irregularidades, como grietas, de la superficie que ya

ha recibido sellador.

- Pintura: es la última capa del sistema de aplicación de pintura, que cumplirá la función estética, ya que puede tener diferentes colores, y también de protección del sustrato.

La aplicación de la imprimación o sellador, la imprimación de la pared o el relleno dependerá de las condiciones del sustrato. Por lo tanto, antes de iniciar la preparación del sustrato, es importante hacer un diagnóstico para definir qué estrategia debe adoptarse. Los procedimientos que se presentan a continuación se han extraído de la publicación *Projeto, execução e inspeção de pinturas*, cuya autora es Kai Loh Uemoto.

Foto: Vellozia Filmes

Materiales y herramientas



Procedimientos

Para pintar, el soporte debe ser firme y cohesivo, uniforme y liso, sin signos de humedad, suciedad, polvo, eflorescencias o partículas sueltas, libre de aceites, grasas y microorganismos como moho, hongos, algas, líquenes, etc. Las superficies a base de cemento y/o cal deben estar curadas durante al menos 30 días.

PASO 1. Limpieza de la superficie

- Eliminar la suciedad, el polvo, los materiales sueltos en general, mediante el cepillado y eventualmente con la ayuda de chorros de agua. En caso de superficies exteriores difíciles de limpiar, utilice una espátula o un cepillo de acero.
- Elimine la grasa, el aceite y otros contaminantes aceitosos con jabón y detergente, seguido de un lavado con agua y dejando secar la superficie.
- Elimine las eflorescencias (manchas blancas que pueden aparecer en el revestimiento de la pared) cepillando la superficie seca con un cepillo de cerdas suaves.
- Elimine los microorganismos (moho, hongos, algas, líquenes, etc.) frotando la superficie con un cepillo de cerdas duras y una solución de lejía diluida en agua en proporción 1:1. Si es necesario, deje que la solución actúe durante cierto tiempo, aproximadamente 1 hora, y luego aclare con abundante agua.

PASO 2. Corrección de fallas del sustrato

- Elimine las manchas de humedad causadas por la infiltración de agua procedente de tuberías perforadas, tejas rotas, canalones obstruidos, etc. Después de corregir los problemas, deje que la superficie se seque.
- Repare las imperfecciones como grietas, fisuras, salientes y hendiduras antes de aplicar la pintura. Las imperfecciones de grandes dimensiones y profundidad deben ser reparadas con mortero de revestimiento en la textura similar a la superficie a pintar 30 días antes de pintar. Las pequeñas imperfecciones deben repararse con masilla, que debe aplicarse con una llana o espátula de acero hasta conseguir la nivelación deseada, no aplicando capas con excesivo espesor. Dejar secar y luego lijar.

PASO 3. Tratamientos de superficie

- En soportes muy porosos se recomienda aplicar previamente una imprimación o sellador industrializado (acrílico/vinílico), o la propia pintura de acabado diluida en agua en proporción 1:1.
- En soportes de baja resistencia, aplicar el preparador de superficies con rodillo o brocha a la dilución indicada en el envase del producto o en el catálogo del fabricante. La resistencia del sustrato puede comprobarse frotándose con los dedos ejerciendo presión, considerándose baja cuando no hay cohesión entre los granos de arena. La verificación también puede realizarse con la ayuda de cinta adhesiva (crepé): aplicar la cinta con presión sobre la superficie, retirándose enseguida con un fuerte tirón, observando entonces la cantidad de material adherido a la cinta.

Si se pega mucho material, significa que la resistencia del sustrato es baja. Y en el peor de los casos, si el mortero se deshace por la presión de los dedos, hay que rehacerlo antes de aplicar la pintura.

¿Cómo obtener una superficie lisa?

- Sobre la superficie preparada, aplique capas sucesivas de masilla, en capas finas, con una llana o espátula de acero. La masilla debe ser compatible con la pintura de acabado y el tipo de habitación. Dependiendo de la nivelación, aplique de una a tres capas de masilla, esperando un intervalo entre capas de aproximadamente 1 hora.
- Después de secar durante 2 o 3 horas, lijar la superficie, limpiar y pintar.

Para saber qué procedimiento adoptar en función del tipo de tratamiento de la superficie, véase la Tabla 3.

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	INTERIOR	EXTERIOR
Corrección de las imperfecciones de la superficie	Masilla acrílica/vinílica	Masila acrílica
Regularización de la absorción de la superficie	Sellador acrílico/vinílico	Sellador acrílico
Corrección de la resistencia mecánica	Imprimación/Adecuación de superficie	
Acabado liso	Masilla acrílica/vinílica	Masilla acrílica

Tabla 3. Procedimientos adecuados para cada tipo de tratamiento superficial del sustrato.

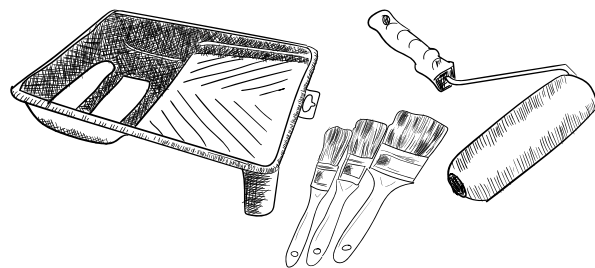


Foto: Fernando Cardoso

PINTURA

La pintura es el trabajo de aplicar la pintura sobre un sustrato previamente preparado y es también la capa de recubrimiento que produce la pintura tras la evaporación de la parte volátil, es decir, el agua. Los procedimientos que se presentan a continuación se han extraído de la publicación *Projeto, execução e inspeção de pinturas*, cuya autora es Kai Loh Uemoto.

Materiales y herramientas



Condiciones ambientales para aplicación de la pintura

- Condiciones ideales de temperatura y humedad: pintar a temperatura ambiente entre 10°C y 40°C y con una humedad relativa inferior al 80%.
- Movimiento del aire y viento: las superficies exteriores deben pintarse en ausencia de vientos fuertes, partículas en suspensión en la atmósfera, lluvia, humedad superficial o excesiva en el aire, como condensación de vapor o niebla. Se debe mantener el mismo cuidado en todos los abrigos. Las superficies interiores deben pintarse

cuando no haya condensación de vapor en la superficie a pintar y en condiciones meteorológicas que permitan que las puertas y ventanas permanezcan abiertas.

- Factores estacionales: se recomienda programar la pintura en las estaciones menos lluviosas del año, en paredes sin luz solar directa y sin condensación de humedad.
- Contaminación atmosférica: las superficies expuestas en entornos con alta contaminación atmosférica deben limpiarse a fondo antes de pintar, y el intervalo de aplicación entre capas debe ser lo más corto posible.
- Iluminación y ventilación: la pintura debe realizarse en un entorno con buena iluminación y ventilación. En caso de que se pinten colores oscuros o de falta de contraste de color entre las capas, se debe aumentar el nivel de iluminación.

Procedimientos

Aplicación de la pintura

- Homogeneización de la pintura: la pintura debe estar bien homogeneizada antes de su aplicación.
- Aplicación con brocha o pincel: la pintura debe sumergirse sólo hasta la mitad de las cerdas. El exceso debe ser eliminado. Las pinceladas deben ser cortas para aplicar cantidades uniformes de material formando una capa lisa de espesor uniforme. La nivelación y el alisado de la pintura deben realizarse mediante largas pasadas transversales en relación con las primeras, teniendo cuidado de pasar el pincel suavemente para no dejar nuevas marcas.

- Aplicación con rodillo: el rodillo debe colocarse en la parte poco profunda de la bandeja y rodar hasta la parte más profunda que contiene la pintura. Repita el procedimiento varias veces para que el rodillo se impregne uniformemente. El exceso debe eliminarse presionando y haciendo rodar el rodillo por el fondo de la bandeja en la parte poco profunda. La pintura debe iniciarse de abajo a arriba, procurando abarcar la mayor longitud posible.

Técnica general de aplicación

- La cantidad de pintura aplicada en cada mano debe ser la menor posible y repartirse lo más finamente posible, de modo que se consiga cubrir la superficie aplicando varias capas.
- Cada mano debe aplicarse con un espesor uniforme y sin poros, goteos, etc. Cada capa debe aplicarse cuando la anterior esté suficientemente seca. La última capa debe dar a la superficie una película uniforme, sin goteos, defectos o imperfecciones.
- Cualquier defecto de pintura debe corregirse, respetando el tiempo de secado previsto antes de aplicar la siguiente mano.
- La pintura recién aplicada debe protegerse contra el polvo y la incidencia del agua, o incluso contra contactos accidentales, durante el secado.
- En general, cada mano debe estar seca antes de aplicar la siguiente. Las pinturas al agua no requieren largos periodos de secado y la siguiente capa puede aplicarse unas horas después de la primera.



REFERENCIAS

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

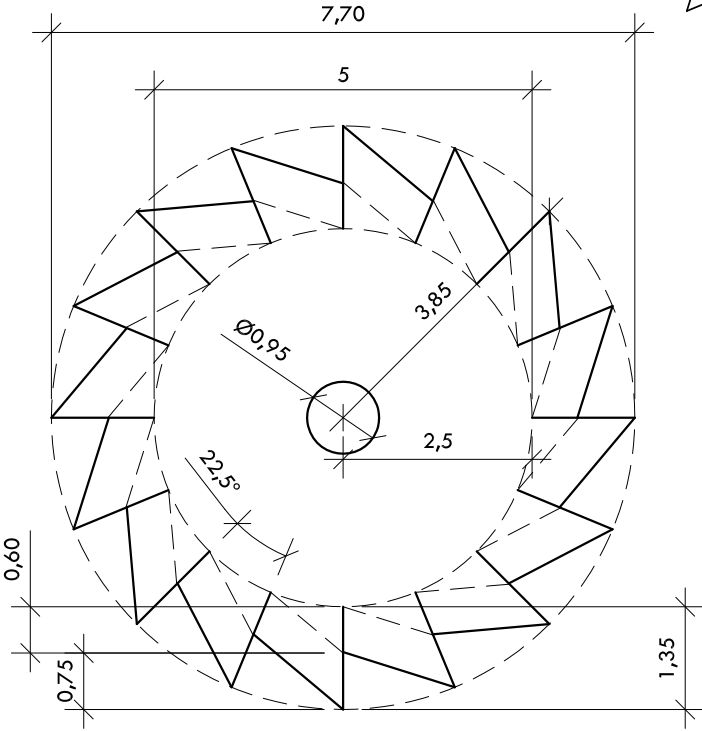
VASCONCELLOS, S. **Arquiteturas no Brasil**: Sistemas construtivos. Belo Horizonte: UFMG, 1979.

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

APÉNDICE 1

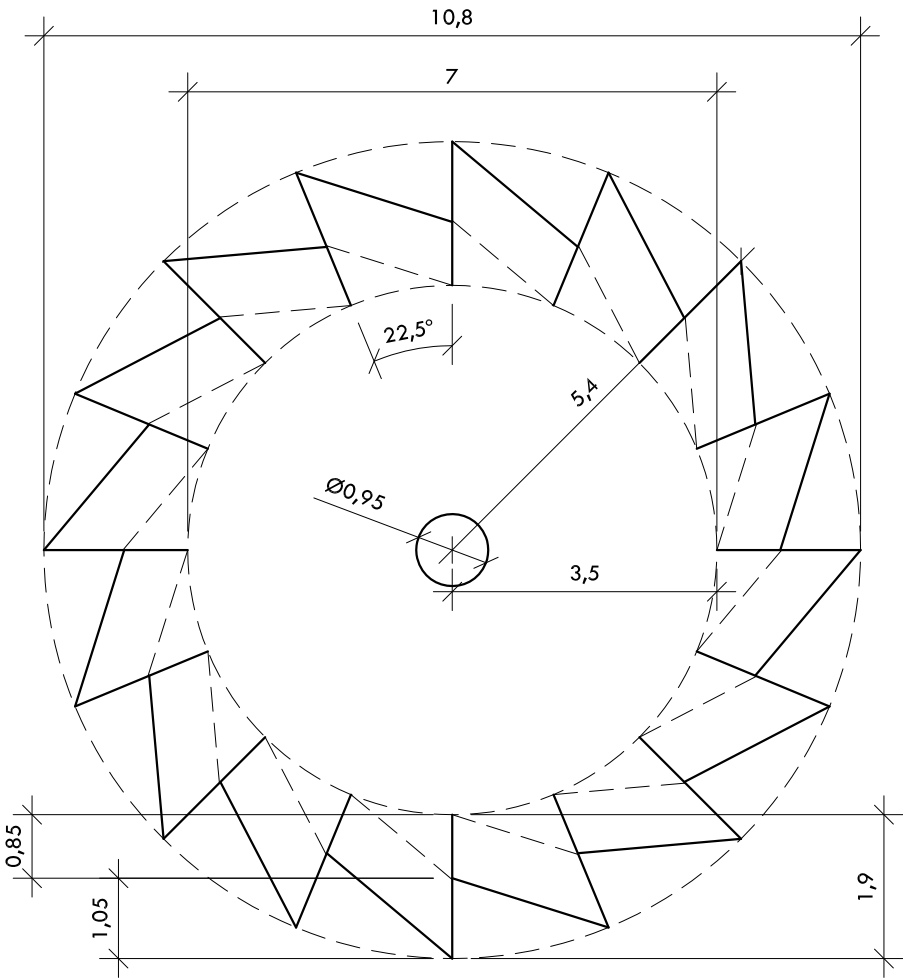
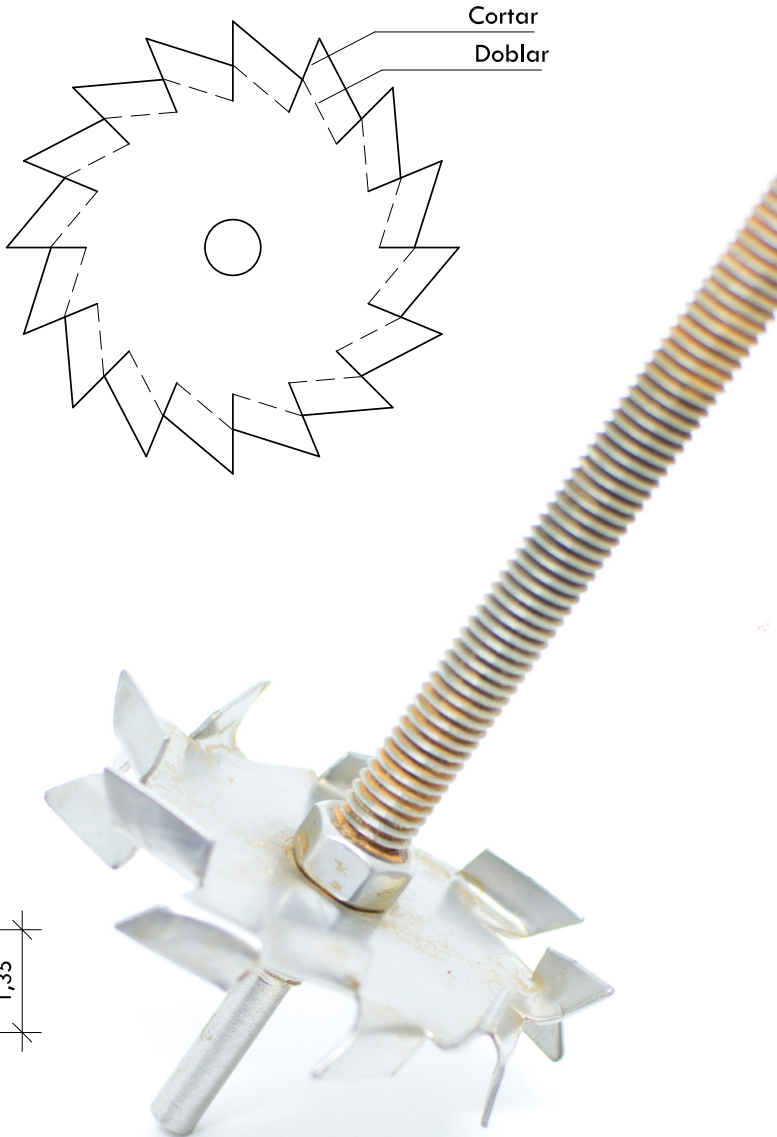
Disco cowles

El disco cowles es una herramienta fundamental para asegurar la producción de pinturas de calidad y puede ser fabricado por cualquier cerrajero experimentado. Recomendamos que se fabrique con chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor, respetando estrictamente las dimensiones indicadas en los planos.



DISCO 1

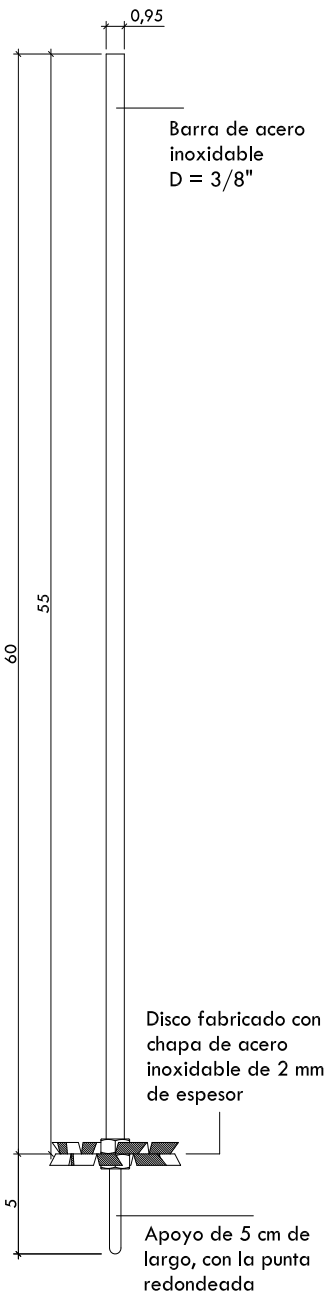
Para baldes con volumen de hasta 10 litros



DISCO 2

Para baldes con volumen entre 10 y 20 litros

NOTA | Los dibujos de los discos tipo 1 y 2 están en la escala 1:1 y, por lo tanto, pueden ser copiados y utilizados como molde para la fabricación. Medidas en centímetros.

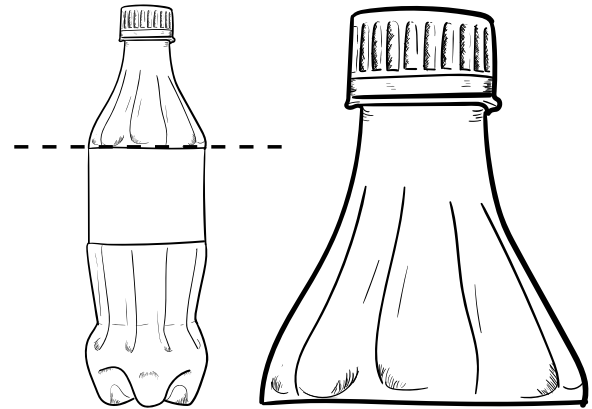


APÉNDICE 2

Viscosímetro

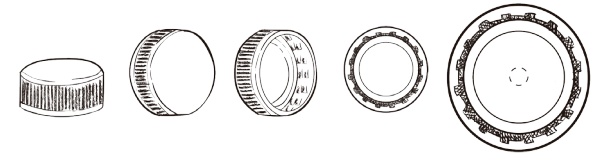
El viscosímetro, al igual que el disco de cowles, es fundamental para garantizar la producción de tintas de calidad. Este viscosímetro es una adaptación de la copa Ford y puede fabricarse con una botella de pet de 600 ml según las siguientes instrucciones.

Cómo construir el viscosímetro



PASO 1. Proporcionar una botella de refresco con un volumen de 600 ml. Es importante que sea exactamente el tipo de botella que aparece en la ilustración.

PASO 2. Corte con unas tijeras o un estilete en la línea que limita la parte superior de la etiqueta. El viscosímetro se hará con la parte superior de la botella, es decir, la que contiene la tapa y forma un cono.

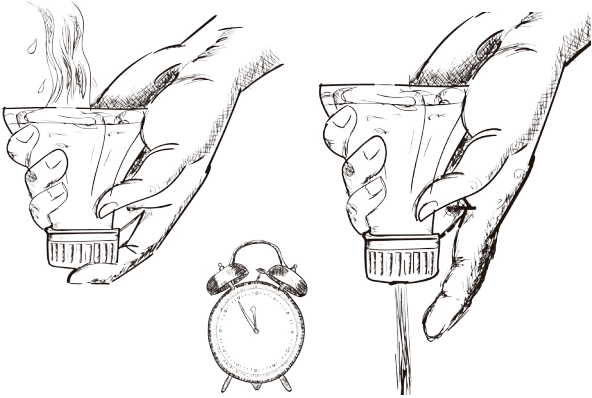


PASO 3. Haga un agujero justo en el centro de la tapa de la botella. Este agujero debe tener exactamente 4 mm de diámetro.

PASO 4. Atornille la tapa.



Cómo medir la viscosidad



PASO 1. Tapa el agujero de la tapa con el dedo y llena el recipiente con la pintura hasta el borde.

PASO 2. Destapa el agujero y cronometra el tiempo que tarda en pasar la pintura. El tiempo debe estar entre 12 y 14 segundos para que la viscosidad se considere ideal. Si el tiempo es inferior a 12 segundos, significa que la mezcla es muy líquida; y si tarda más de 14 segundos, significa que es muy viscosa. En ambas situaciones hay que ajustar la viscosidad.

AUTORES



Anôr Fiorini de Carvalho es licenciado en Agronomía por la Universidad Federal de Viçosa (UFV) y doctor en Suelos y Nutrición de Plantas por la misma institución. Es profesor del Departamento de Suelos de la UFV y coordinador del proyecto Colores de la Tierra.

Contacto | afiorini@ufv.br

Fernando de Paula Cardoso licenciado en Arquitectura y Urbanismo por la Universidad Federal de Viçosa (UFV) y doctor en Ingeniería Civil por la misma institución, teniendo como objeto de su investigación las pinturas con pigmentos del suelo.

Contacto | 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

FIDA
Investindo nas populações rurais