



**INSTITUTO LATINOAMERICANO DE  
TECNOLOGÍA, INFRAESTRUCTURA Y  
TERRITORIO (ILATIT)**

**ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**COLORES SIN FRONTERAS**  
PINTURAS 100% NATURALES A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE EN FOZ  
DO IGUAÇU

**TEODORO RAMÓN LÓPEZ CÁCERES**

Foz do Iguaçu  
2025

**COLORES SIN FRONTERAS**  
PINTURAS 100% NATURALES A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE EN FOZ DO  
IGUAÇU

**TEODORO RAMÓN LÓPEZ CÁCERES**

Trabajo Final presentado ante el Instituto Latinoamericano de Tecnología, Infraestructura y Territorio, de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana, como requisito parcial para obtener el título de Licenciado en Arquitectura y Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Rodrigues da Cunha

Foz do Iguaçu  
2025

TEODORO RAMÓN LÓPEZ CÁCERES

**COLORES SIN FRONTERAS**  
PINTURAS 100% NATURALES A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE EN FOZ DO  
IGUAÇU

Trabajo Final presentado ante el Instituto Latinoamericano de Tecnología, Infraestructura y Territorio, de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana, como requisito parcial para obtener el título de Licenciado en Arquitectura y Urbanismo.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Rodrigues da Cunha  
UNILA

---

Prof. Dr. Egon Vettorazzi  
UNILA

---

Leila Paschoalloto  
FAG

Foz do Iguaçu, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Dedico este trabajo a mi hijo Mateo Aru

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por estar siempre presente en mi vida, por darme salud, sabiduría.

Agradezco a la Universidad Federal de Integração Latino-Americana (UNILA), por darme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa institución, que ha sido clave en mi desarrollo académico y profesional.

A mi orientador, el Profesor Dr. Gabriel Rodríguez da Cunha, por ser una figura esencial durante esta etapa tan significativa. Gracias por las orientaciones recibidas durante este proceso.

A la banca examinadora, el Profesor Egon Vettorazzi y Leila Paschoalloto por su tiempo, las valiosas observaciones y recomendaciones durante este proceso. Este trabajo no habría sido posible sin su apoyo.

A los profesores que han sido pilares en este proceso, la Profesora Juliana Rammé, cuya orientación y dedicación me han guiado de manera invaluable a lo largo de mi carrera. Así como a todos los demás docentes de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, quienes han demostrado un alto nivel de profesionalismo y compromiso con nuestra formación.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia por su apoyo incondicional, a pesar de la distancia. Su amor y respaldo me han acompañado siempre, incluso en los momentos más difíciles.

A mi nueva familia, Gloria Elizabet Martínez Iglesia, por el apoyo constante desde los inicios de esta carrera. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro. A mi hijo, Mateo Aru López Martínez, cuya presencia en mi vida ha sido una de mis mayores fuentes de inspiración y motivación para seguir adelante y terminar esta formación.

A mis amigos, Luis, Joel, Lucie, Ramiro, y a todos que han estado presentes en cada paso del camino, brindándome su amistad y solidaridad.

Gracias a todos por ser parte de este sueño hecho realidad.

## RESUMEN

Este trabajo presenta un estudio empírico-experimental sobre la elaboración de pinturas 100 % naturales, utilizando tierra como pigmento, agua como solvente y café de bugre (*Cordia ecalyculata*) como aglutinante. La investigación surge como respuesta a los impactos ambientales y de salud causados por el uso de pinturas convencionales, especialmente aquellas que contienen compuestos orgánicos volátiles (COV). La propuesta tiene como objetivo desarrollar una alternativa ecológica, accesible y de bajo costo para la construcción civil, basada en materiales locales de Foz do Iguaçu (Brasil). Para el estudio fueron seleccionados siete tipos de suelos con diferentes propiedades físicas, además se realizó la recolección de frutos frescos de café de bugre en distintos sectores de la ciudad. Se desarrolló un proceso de producción dividido en nueve etapas: recolección del material (tierra), preparación de la tierra, preparación de la base pigmentaria, recolección del café de bugre, preparación del aglutinante (café de bugre), homogeneización y filtrado de la base pigmentaria, incorporación del aglutinante, ajuste de la consistencia final, aplicación de la pintura. Las tierras arcillosas demostraron mejor rendimiento, mientras que las arenosas presentaron menor cobertura. En ambientes exteriores, se observó pérdida de color debido a la exposición climática, mientras que en interiores se mantuvo estable. También se identificaron proporciones óptimas de mezcla para garantizar trabajabilidad y homogeneidad del producto. Como producto final, se elaboró un libretto ilustrado con todo el proceso técnico, recomendaciones de aplicación y orientaciones para la reproducción de la técnica, promoviendo la difusión de prácticas sustentables en la arquitectura.

**Palabras-clave:** pinturas 100 % naturales; café de bugre; compuestos orgánicos volátiles COV; alternativa ecológica; prácticas sustentables.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo empírico-experimental sobre a elaboração de tintas 100% naturais, utilizando terra como pigmento, água como solvente e café de bugre (*Cordia ecalyculata*) como aglutinante. A pesquisa surge como resposta aos impactos ambientais e de saúde causados pelo uso de tintas convencionais, especialmente aquelas que contêm compostos orgânicos voláteis (COV). A proposta tem como objetivo desenvolver uma alternativa ecológica, acessível e de baixo custo para a construção civil, baseada em materiais locais de Foz do Iguaçu (Brasil). Para o estudo, foram selecionados sete tipos de solos com diferentes propriedades físicas, além da coleta de frutos frescos de café de bugre em diversos setores da cidade. O processo de produção foi dividido em nove etapas: coleta do material (terra), preparação da terra, preparação da base pigmentária, coleta do café de bugre, preparação do aglutinante (café de bugre), homogeneização e filtragem da base pigmentária, incorporação do aglutinante, ajuste da consistência final, aplicação da tinta. Os resultados mostram que a textura do solo influencia diretamente na cobertura, aderência e aparência da tinta. Os solos argilosos apresentaram melhor desempenho, enquanto os arenosos mostraram menor cobertura. Em ambientes externos, observou-se perda de cor devido à exposição climática, enquanto em ambientes internos a aparência se manteve estável. Também foram identificadas proporções ideais de mistura para garantir boa trabalhabilidade e homogeneidade do produto. Como resultado, foi elaborado um livreto ilustrado com todo o processo técnico, recomendações de aplicação e orientações para a reprodução da técnica, promovendo a difusão de práticas sustentáveis na arquitetura.

**Palavras-chave:** tintas naturais; café de bugre; aglutinante vegetal; compostos orgânicos voláteis (COV); arquitetura sustentável.

## ABSTRACT

This work presents an empirical-experimental study on the development of 100% natural paints, using earth as a pigment, water as a solvent, and café de bugre (*Cordia ecalyculata*) as a natural binder. The research responds to environmental and health impacts caused by conventional paints, particularly those containing volatile organic compounds (VOCs). The proposal aims to develop an ecological, accessible, and low-cost alternative for civil construction, using local materials from Foz do Iguaçu (Brazil). Seven types of soil with different physical properties were selected for the study, and fresh café de bugre fruits were collected from different areas of the city. The production process was divided in nine stages: collection of the material (soil), preparation of the soil, preparation of the pigment base, collection of the bugre coffee, preparation of the binder (bugre coffee), homogenization and filtering of the pigment base, incorporation of the binder, adjustment of the final consistency, application of the paint. Results show that soil texture directly influences the paint's coverage, adhesion, and final appearance. Clayey soils showed better performance, while sandy soils offered less coverage. In outdoor environments, color fading occurred due to climatic exposure, whereas indoors, the appearance remained stable. Optimal mixing ratios were also identified to ensure proper workability and homogeneity of the product. As a final product, an illustrated booklet was created, documenting the entire technical process, application recommendations, and guidelines for reproducing the technique, promoting sustainable practices in architecture.

**Key words:** natural paints; café de bugre; VOC; ecological alternative; sustainable practices.

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Representación gráfica de la Cueva de las Manos, Argentina.....  | 15 |
| <b>Figura 2:</b> Representación gráfica Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil .....   | 16 |
| <b>Figura 3:</b> Representación gráfica de las cerámicas de la Cultura Nasca, Perú .....  | 17 |
| <b>Figura 4:</b> Evaluación del color y poder de la cobertura de las pinturas a base de tierra dentro del Manual Cores da Terra ..... | 23 |
| <b>Figura 5:</b> Aplicación de las pinturas elaboradas con pigmentos naturales vegetales y tierra .....                               | 25 |
| <b>Figura 6:</b> Representación geográfica de los tipos de suelos de la ciudad de Foz do Iguacu.....                                  | 27 |
| <b>Figura 7:</b> Distribución del café de bugre ( <i>Cordia ecalyculata</i> ) en Brasil.....  | 29 |
| <b>Figura 8:</b> Organograma de los métodos experimentales para la elaboración de la pintura.....                                     | 31 |
| <b>Figura 9:</b> Localización y recolección de diversos tipos de tierra en la ciudad de Foz do Iguacu.....                            | 32 |
| <b>Figura 10:</b> Proceso de recolección de diversos tipos de tierra en la ciudad de Foz do Iguacu.....                               | 33 |
| <b>Figura 11:</b> Preparación de la tierra.....   | 34 |
| <b>Figura 12:</b> Preparación de la base pigmentaria.....   | 35 |
| <b>Figura 13:</b> Localización de café de Bugre en la ciudad de Foz do Iguacu, estado de Paraná, Brasil.....                          | 36 |
| <b>Figura 14:</b> Recolección de café de bugre .....  | 37 |
| <b>Figura 15:</b> Extracción manual de la pulpa de café de bugre .....  | 37 |
| <b>Figura 16:</b> Homogeneización y filtrado de las tierras.....  | 38 |
| <b>Figura 17:</b> Incorporación del aglutinante a la muestra de tierra .....  | 39 |
| <b>Figura 18:</b> Ajuste de consistencia para una de las muestras .....   | 40 |
| <b>Figura 19:</b> Aplicación de las pinturas en superficies lisas revocadas.....  | 41 |
| <b>Figura 20:</b> Relación entre la densidad y masa de las siete muestras .....   | 44 |

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

|          |  |
|----------|--|
| ABRAFATI | Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas                                |
| ASTM     | American Society for Testing and Materials                                     |
| COV      | Compuestos orgánicos volátiles   |
| COVs     | Compuestos orgánicos semivolátiles   |
| EPI      | Equipos de Protección Individual   |
| ILATIT   | Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio         |
| INAPL    | Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano               |
| IPHAN    | Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano               |
| ODS      | Objetivos de Desarrollo Sostenible   |
| PROPEQ   | Projeto e Pesquisa em Engenharia Química                                       |
| PVA      | Acetato de polivinilo  |
| SBCS     | Sistema Brasileiro de Classificação de Solos                                   |
| UNESCO   | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| UNILA    | Universidade Federal da Integração Latino-Americana                            |

## SUMARIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>12</b> |
| 1.1      | OBJETIVO GENERAL.....  | 13        |
| 1.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 13        |
| <b>2</b> | <b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PINTURA</b> .....                                     | <b>14</b> |
| 2.1      | PRIMERAS MANIFESTACIONES PICTÓRICAS EN AMÉRICA LATINA .....                      | 14        |
| 2.1.1    | <i>La Cueva de las Manos</i> .....   | 14        |
| 2.1.2    | <i>Parque Nacional Serra da Capivara</i> .....                                   | 15        |
| 2.1.3    | <i>Cultura Nazca</i> .....   | 16        |
| 2.2      | EVOLUCIÓN TÉCNICA DE LA PINTURA.....   | 17        |
| <b>3</b> | <b>PINTURA INMOBILIARIA</b> .....  | <b>19</b> |
| 3.1      | COMPOSICIÓN GENERAL DE LAS PINTURAS INMOBILIARIAS .....                          | 19        |
| 3.2      | RIESGOS ASOCIADOS A LOS COV E COVs .....   | 20        |
| <b>4</b> | <b>PINTURAS NATURALES A BASE DE TIERRA</b> .....                                 | <b>22</b> |
| 4.1      | MANUAL DE CORES DA TERRA .....   | 22        |
| 3.2      | ARTICULO: <i>PIGMENTAÇÃO NATURAL DE TINTAS PREPARADAS A PARTIR DE SOLO</i> ..... | 24        |
| <b>5</b> | <b>INGREDIENTES ESENCIALES PARA LA PINTURA NATURAL</b> .....                     | <b>26</b> |
| 5.1      | CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS .....                                       | 26        |
| 5.2      | COLITA O CAFÉ DE BUGRE .....   | 28        |
| <b>6</b> | <b>METODOLOGÍA</b> .....   | <b>30</b> |
| <b>7</b> | <b>LIBRETO</b> .....   | <b>42</b> |
| <b>8</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....  | <b>43</b> |
| <b>9</b> | <b>CONCLUSIONES</b> .....  | <b>47</b> |
|          | <b>REFERENCIAS</b> .....   | <b>48</b> |
|          | <b>APÉNDICE (LIBRETO)</b> .....  | <b>52</b> |

## 1 INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción civil existe una gran problemática significativa relacionada a la fabricación y uso de las pinturas, puesto que, a nivel mundial, Brasil es el quinto país con mayor producción de pintura, con un volumen de 1,95 billones de litros. De acuerdo con la ABRAFATI<sup>1</sup> (2024), los 1,95 billones de litros producidos anualmente, casi el 80% (1.56 billones de litros o 1.560.000 millones de litros anualmente, 130.000 millones de litros mensuales y 4.273,97 millones de litros por día), se destina a las pinturas inmobiliarias.

Además de su alta producción y consumo en el país, otras de las preocupaciones con respecto a las pinturas convencionales son los ingredientes utilizados para su elaboración, ya que en la mayoría de los casos son elaborados con ingredientes derivados del petróleo, que liberan al medio ambiente compuestos orgánicos volátiles (COV) durante su producción y aplicación, lo que genera impactos negativos al medio ambiente y a la salud de la población (Pauliv y Madi, 2021; Carneiro, 2019).

Ante estas problemáticas, es crucial buscar alternativas que mitiguen estos efectos adversos, siendo la pintura natural a base de tierra una opción viable; con un proceso de bajo costo e impacto ambiental mínimo (Vital *et al.*, 2019). A diferencia de las pinturas convencionales, las formulaciones basadas con pigmentos a base de tierra son sustentable, puesto que, se producen mediante procesos físicos, sin auxilio de un medio químico y con bajo costo de energía, lo que durante la transformación final del producto no hay emisiones tóxicas y genera menos polución, de esta manera, y sin dejar residuos nocivos al medio ambiente (Pauliv y Madi, 2021).

Actualmente existen manuales que estudian sobre el uso y aplicación de pinturas naturales a base de tierra que pueden ayudar a mitigar estas problemáticas. Pero, estos manuales son muy genéricos, extensos y los ingredientes aplicados en la fabricación de las pinturas contienen acetato de polivinilo (PVA) o cola blanca. La cola blanca es un producto derivado de polímeros con formulaciones adhesivas y sin toxicidad, además de ser un material biodegradable y con baja solubilidad en el agua (Rey, 2017). Con el fin de mejorar la composición de la pintura a base tierra y superar la dependencia de la cola blanca, se propone una alternativa más auténtica, original y 100% natural: el uso de los frutos de café de bugre como aglutinante. Estos frutos poseen propiedades adhesivas que

---

<sup>1</sup> Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

permiten sustituir de manera eficaz a la cola blanca, conservando la resistencia de la pintura y aportando un carácter verdaderamente natural al proceso.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es desarrollar un libreto sobre la elaboración de una pintura natural, utilizando como pigmento la propia tierra, como solvente el agua, y como aglutinante el café de bugre. Esta propuesta es única y primera en desarrollo, la cual busca ofrecer una alternativa sustentable, basada en el uso de materiales 100% naturales, de bajo costo y fácil acceso, que contribuya a un entorno más saludable.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general desarrollar un estudio empírico-experimental sobre la elaboración de pinturas naturales a base de tierra y café de bugre aplicadas a superficies como paredes lisas y revoques simples en la ciudad de Foz do Iguaçu, generando un libreto para compartir esta técnica de pintura al público de interés.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar con el objetivo general del presente trabajo, fueron establecidos los siguientes objetivos específicos:

- a) Estudiar las técnicas sobre el uso y preparación de pinturas naturales;
- b) Recolectar materiales pertinentes para la elaboración de las pinturas naturales (diversas tierras, *café de bugre*);
- c) Elaborar experimentalmente pinturas eficientes y de bajo costo;
- d) Aplicar experimentalmente las pinturas naturales a base de tierra y café de bugre en paredes lisas, y revoques simples dentro de la ciudad de Foz do Iguaçu;
- e) Desarrollar un libreto específicamente sobre la elaboración de pintura natural a base de tierra y aglutinante natural.

## 2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PINTURA

Desde la prehistoria, las primeras pinturas se elaboraban con materiales naturales como tierras, arcillas, rocas, carbón, sangre, plantas y huesos molidos, utilizados tanto para decorar el cuerpo como para pintar las paredes de las cavernas (ABRAFATI, 2025). Estos pigmentos eran apreciados por su alta durabilidad, pero con el tiempo, comenzaron a emplearse sustancias más escasas y costosas, extraídas de plantas, animales y minerales, incluidos algunos minerales preciosos, mediante técnicas cada vez más refinadas (Bermond, 2016). Para mejorar la adherencia y durabilidad de las pinturas, se buscó incorporar un elemento que ayudara a fijarlas en la superficie deseada, recurriendo al uso de aglutinantes naturales, como grasa animal y savia de plantas (ABRAFATI, 2025).

### 2.1 PRIMERAS MANIFESTACIONES PICTÓRICAS EN AMÉRICA LATINA

Actualmente, aún se conservan numerosos testimonios de las primeras expresiones pictóricas en América Latina, principalmente en forma de arte rupestre presente en cuevas y formaciones rocosas. Además de antiguas tipografías y patrones decorativos que han perdurado a través de los años. Algunos ejemplos notables de estas prácticas ancestrales son:

#### 2.1.1 La Cueva de las Manos

Ubicada en la ciudad de Patagonia, Provincia de Santa Cruz, Argentina, el cual alberga pinturas rupestres realizadas entre 13.000 y 9.500 años atrás (UNESCO<sup>2</sup>, 2025). Conforme a la Convención del Patrimonio Mundial, su nombre proviene de las siluetas de manos humanas aplicadas con plantilla, aunque también se representan guanacos, escenas de caza y otros elementos de la vida cotidiana que fueron elaboradas con pigmentos minerales naturales como el óxido de hierro, manganeso, caolín y natrojarosita mezclados con algún aglutinante orgánico (INAPL<sup>3</sup>, 2025; UNESCO, 2025).

---

<sup>2</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano

Además, este sitio fue declarado Monumento Histórico Nacional (Ley 24.225/93) y, en 1999, ingresó a la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO por tener un valor universal al aportar un testimonio único o al menos excepcional de una tradición cultural o de una civilización viva o desaparecida (INAPL, 2025).

**Figura 1:** Representación gráfica de la Cueva de las Manos, Argentina



Fuente: UNESCO, 2025.

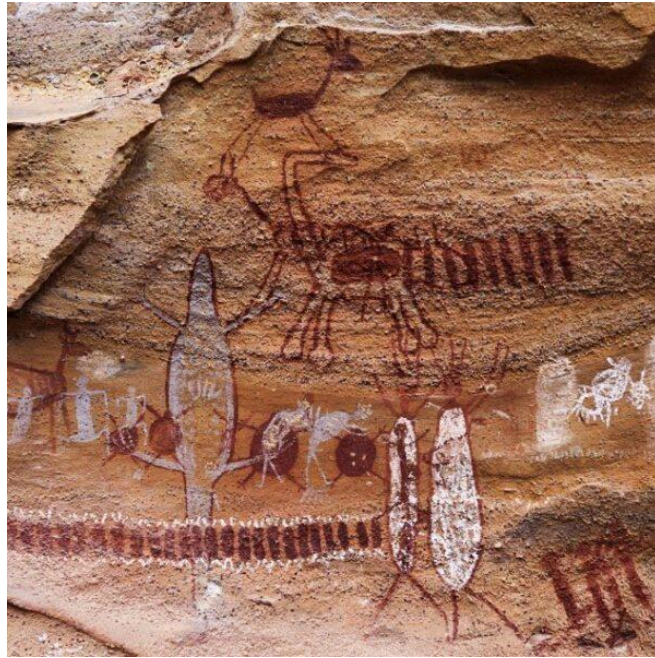
### 2.1.2 Parque Nacional Serra da Capivara

Por otro lado, este parque localizado en Piauí (noreste de Brasil), alberga uno de los conjuntos de pinturas rupestres más antiguos de América, con una antigüedad comprobada de hasta 12.000 años (IPHAN<sup>4</sup>, 2014). Fue declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1991 por su valor excepcional como testimonio de una civilización desaparecida (UNESCO, 2025). Las pinturas representan rituales, mitos, ceremonias y escenas cotidianas, y fueron elaboradas con elementos naturales: pigmentos como carbón, arcillas, óxidos de hierro, huesos carbonizados, y aglutinantes como grasas, sangre, claras de huevo, resinas y ceras y para aplicarlas, se usaban los dedos, plumas o pinceles hechos con hojas (Meneses, 2020).

---

<sup>4</sup> Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

**Figura 2:** Representación gráfica Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil



Fuente: Bahia.ws, 2025.

### 2.1.3 Cultura Nazca

Arte precolombino destacado, reconocida por sus cerámicas policromadas, textiles y los enormes geoglifos ubicados en el sur del Perú. Según el documento Nasca, del Museo Chileno de Arte Precolombino, dirigido por Elías Mujica y Johny Isla (1996), esta cultura empleaba pigmentos naturales de origen mineral, vegetal y animal: cinabrio para tonos rojos y naranjas; plantas, flores y resinas para colores marrones, verdes, amarillos y azules; y moluscos como *Thais* chocolate para obtener el púrpura. Mujica e Isla (1996), mencionan que los pigmentos se aplicaban de forma combinada sobre cerámicas y tejidos, logrando una rica variedad cromática o que también se pintaban tejidos simples con figuras en tonos monocromos, demostrando un manejo sofisticado del color y la simbología de la época.

**Figura 3:** Representación gráfica de las cerámicas de la Cultura Nasca, Perú



Fuente: Web de Museos, Arqueología, Historia, y Colecciones privadas, 2025.

## 2.2 EVOLUCIÓN TÉCNICA DE LA PINTURA

Bermond (2016), menciona que, en el siglo XVII, la pintura a óleo empezó a ganar popularidad y tuvieron que ser producidas manualmente por lo que el químico inglés Sir William Perkin descubre el primer colorante sintético en laboratorio. Este hallazgo marcó un antes y un después en la historia de los pigmentos, dando origen a lo que hoy se conoce como pintura artificial, al diferenciarse claramente de las pinturas naturales elaboradas con materiales orgánicos y minerales (Pauliv y madi, 2021).

Ya en el siglo XX, con los avances químicos, surgieron las pinturas acrílicas y se amplió significativamente la gama de colores disponibles, alcanzando un total de 3 millones de colores en el año 1980 (Bermond, 2016).

Actualmente, aunque se mantiene la misma fórmula básica de elaboración de la pintura creada en la pre-historia, usando como ingrediente principal pigmento y aglutinante, la industria de las pinturas continúa innovando y está en constante desarrollo, elaborando productos más duraderos, resistentes y especializados (ABRAFATI, 2025). Esta

transformación también se refleja en los distintos tipos de pintura desarrollados para usos específicos y una de las aplicaciones más relevantes en el ámbito técnico es la pintura inmobiliaria, utilizada principalmente en la construcción civil.

### 3 PINTURA INMOBILIARIA

Las pinturas inmobiliarias, consisten en un revestimiento de las superficies con sustancias de diferentes colores que se convierten en una capa o película sólida después de su aplicación (Faria y Schmid, 2015). Vicarioli (2016), menciona que las pinturas son una manera básica de mantenimiento preventivo que impide la desagregación y alteración de los materiales constructivos, protegiendo los materiales contra los agentes nocivos del medio ambiente. Para Uemoto (1993) la pintura es una forma de decorar la edificación, tornándola agradable a los usuarios, puesto que pueden ser utilizadas para la difusión o reflexión de la luz que incide directamente con el edificio.

#### 3.1 COMPOSICIÓN GENERAL DE LAS PINTURAS INMOBILIARIAS

Merten *et al.*, (2017) menciona que las pinturas inmobiliarias están constituidas por pigmentos, resinas o aglutinantes, solventes (líquidos) y aditivos químicos. Para su mejor comprensión, Oliveira (2021), define cada uno de estos ingredientes que componen esta pintura:

- a. Resina: ligante o aglutinante que se adhiere a las partículas de los pigmentos, formando una cobertura íntegra.
- b. Solvente: una sustancia con bajo punto de ebullición y volatilidad, la cual facilita la aplicabilidad de las pinturas y aumenta la adherencia. Merten *et al.*, (2017), indica que el solvente agregado a la pintura puede dividirla en pinturas látex, siendo el agua el responsable de mantener el aspecto líquido de la pintura, por otro lado, las pinturas inmobiliarias a base solventes, como la pintura al óleo y esmalte sintético, permiten la emisión de compuestos orgánicos (Merten *et al.*, 2017).
- c. Aditivo: son tipos de agregados que se adicionan a la pintura en pequeñas porciones, las cuales tienen la función de dar propiedades especiales a la pintura como secantes, catalizadores, antipiel, espesantes, antideslizantes, tensioactivos, dispersantes, antiespumantes, niveladores, biocidas, estabilizadores ultravioletas.

### 3.2 RIESGOS ASOCIADOS A LOS COV E COVS

De acuerdo con la norma D3960-05 (ASTM<sup>5</sup>, 2013) los compuestos orgánicos volátiles, son cualquier compuesto orgánico que participe en reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Del mismo modo, el Código de Regulaciones Federales (EE.UU, 2025), considera compuestos orgánicos volátiles a cualquier compuesto de carbono, excluidos aquellos compuestos que tienen reacciones fotoquímicas atmosféricas insignificantes como el dióxido de carbono, el ácido carbónico, los carburos o carbonatos metálicos y el carbonato de amonio. Pero, Guerra (2019) añade que los compuestos orgánicos volátiles no solo engloban todos los compuestos químicos que contienen átomos de carbono, sino también las que contienen átomos de hidrógeno que pueden ser volátiles a temperatura ambiente.

Los compuestos orgánicos volátiles tienen un punto de ebullición a presión normal de 101,3 kPa (1 bar), inferior o igual a 250 °C y, por otro lado, los compuestos orgánicos semivolátiles son compuestos orgánicos con punto de ebullición superior a 250 °C e inferior a 380°C (Carneiro, 2019). Esto quiere decir, que cuanto más bajo sea el punto de ebullición, más volátil es el compuesto, puesto que necesita menos calor para evaporarse. De esta manera se puede concluir que los compuestos orgánicos volátiles COV poseen una mayor volatilidad que los compuestos orgánicos semivolátiles COVs porque tienen un punto de ebullición a menor temperatura. En muchas ocasiones la temperatura y la presión, no son los únicos factores que influyen en la volatilidad de los compuestos orgánicos, ya que la acumulación de compuestos orgánicos, concentrados con otros contaminantes puede contribuir con daños al medio ambiente y por ende a la salud (Jorge, 2024).

Rácz, Yamaga & Associates (2024), mencionaron que, en el año 2023, China, USA, India, Alemania, Brasil, Japón, Reino Unido y Francia son los países con mayores mercados para el sector de pinturas. Siendo Brasil, el quinto país con mayor producción de pintura, con un volumen de 1,95 billones de litros. De acuerdo con la ABRAFATI (2024), los 1,95 billones de litros producidos anualmente, casi el 80% (1.56 billones de litros o 1.560.000 millones de litros anualmente, 130.000 millones de litros mensuales y 4.273,97 millones de litros por día), se destina a las pinturas inmobiliarias.

---

<sup>5</sup> American Society for Testing and Materials

Actualmente las pinturas industrializadas, contienen ingredientes altamente tóxicos, como el en caso de las pinturas inmobiliarias a base de solventes, que durante su producción y uso liberan compuestos peligrosos que afectan a las personas que trabajan con ellas o quienes las utilizan de manera prolongada o en altas concentraciones (Baltazar *et al.*, 2023).

Según el PROPEQ<sup>6</sup> (2023), actualmente las pinturas industrializadas, contienen ingredientes altamente tóxicos, ya que durante su producción son empleados productos derivados del petróleo o compuestos orgánicos sintéticos como materia prima. Esto agrava la situación, porque entre los ingredientes derivados del petróleo se encuentran contaminantes como los compuestos orgánicos volátiles y compuestos orgánicos semivolátiles (Freitas; Carvalho, 2018; Carneiro, 2019).

En el caso de las pinturas inmobiliarias a base de solventes, su uso representa un riesgo significativo, especialmente para las personas que trabajan con ellas o están expuestas de manera constante, prolongada o en altas concentraciones (Baltazar *et al.*, 2023). Aunque existan EPI, no garantiza una protección íntegra a la salud, puesto que más adelante cabe la posibilidad puedan sufrir alteraciones en el organismo (Saavedra, 2020). Ya que, pueden ingresar al organismo de varias formas: se pueden tragar, inhalar o penetrar por la piel y la forma más común es por el uso de pistolas o pulverización.

Es por ello que, ante la creciente preocupación ambiental, han surgido alternativas más ecológicas, como pinturas al agua, libres de solventes tóxicos, y propuestas de pinturas naturales, elaboradas con materiales orgánicos y sostenibles.

---

<sup>6</sup> Projeto e Pesquisa em Engenharia Química

## 4 PINTURAS NATURALES A BASE DE TIERRA

Ante todos estos impactos negativos que genera pinturas convencionales, se busca alternativas que ayuden a mitigar estos problemas. Dado que la reducción o eliminación de las pinturas en la actualidad es prácticamente inviable, una opción que puede favorecer al medio ambiente y la salud de las personas es el uso de pinturas naturales.

A diferencia de las pinturas industriales, las pinturas naturales pueden ser producidas con ingredientes naturales como la tierra utilizada principalmente como pigmento, el agua como solvente y un aglutinante natural (Lima; Silva y Lampert, 2022). La pintura natural producida con estos ingredientes naturales genera un revestimiento resistente, libre de compuestos orgánicos volátiles o tóxicos, lo que con su producción y uso puede ayudar a minimizar el impacto ambiental (Oliveira, 2021).

En este enfoque, diversos estudios han explorado la producción de pinturas naturales a base de tierra, siendo una alternativa sostenible, como se puede ver a continuación.

Como primer estudio de caso, se tiene el Manual denominado Cores da Terra, el cual menciona sobre la producción de pintura, utilizando como pigmentos los suelos, específicamente suelos de Brasil.

### 4.1 MANUAL DE CORES DA TERRA

El Manual Cores da Terra (2021), es un documento elaborado con el objetivo de rescatar y divulgar las técnicas tradicionales con la obtención de pigmentos naturales a base de suelos. Este manual desarrollado en Brasil, centrado en la sostenibilidad de los recursos naturales, tiene un enfoque ecológico y accesible para la producción de las pinturas, siendo un aspecto positivo. Puesto que, reduce el impacto ambiental, fomenta la reutilización de recursos disponibles en el entorno. Así también, cuenta con su metodología que permite la creación de pinturas adecuadas para uso artístico, decorativo y su aplicabilidad en diversas áreas, permitiendo a los usuarios poder adaptarse a las diferentes técnicas y a sus necesidades específicas.

Por otro lado, este manual presenta ciertas limitaciones, ya que su notable valor de promoción de alternativas sustentables puede afectar o generar problemas en el

momento de su aplicación. En primer lugar, la estabilidad y durabilidad de los pigmentos naturales son limitadas, aunque se explica el proceso de extracción y las herramientas a utilizar para la preparación, no se menciona un enfoque hacia la composición de los elementos que podrían proporcionar resistencia a factores externos como la humedad la luz solar. Esta información es crucial para los usuarios, ya que buscarán resultados duraderos para poder implementarlos en sus proyectos. Además, otra limitación se encuentra en la disponibilidad de materiales y herramientas en diferentes regiones. Si bien el manual promueve el uso de los recursos locales, según la geografía, el suelo puede variar en su composición y calidad, lo que podría afectar los resultados en el momento de su aplicación en ciertos entornos.

En términos generales, se puede decir que el manual “Cores da Terra” es un documento valioso para aquellos que buscan una alternativa en la producción de pigmentos naturales. Además de su enfoque ecológico y accesible, es un material de guía útil y versátil, cuenta con traducciones de diferentes idiomas e ilustraciones para facilitar las informaciones para el público. Sin embargo, con algunas mejoras, podría considerarse un documento de referencia aún más completo en el campo de la producción de pigmentos naturales.

**Figura 4:** Evaluación del color y poder de la cobertura de las pinturas a base de tierra dentro del Manual Cores da Terra



Fuente: Carvalho y Cardoso, 2021.

### 3.2 ARTICULO: *PIGMENTAÇÃO NATURAL DE TINTAS PREPARADAS A PARTIR DE SOLO*

Como segundo caso se tiene el artículo sobre la Pigmentación natural de pinturas preparadas a partir de la tierra, elaborado por Thiago Marcinko Pauliv y Ana Paula Lang Martins Madi (2021). Este artículo menciona un estudio relevante sobre la producción de pinturas naturales a partir del uso de pigmentos vegetales y suelos. Se destaca por su viabilidad como alternativa sustentable que busca desarrollar una pintura ecológica y de bajo costo. Así también, estudia su durabilidad en diferentes superficie y condiciones ambientales.

Por otro lado, menciona un enfoque histórico sobre del uso de pigmentos naturales, que no solo puede enriquecer y contextualizar la problemática ambiental de las tintas convencionales, sino que también describe una metodología que permite analizar el proceso de extracción de los materiales, realizando pruebas de aplicación para ver los resultados.

Como aspecto positivo del artículo se tiene es un documento con una explicación clara del proceso de extracción de los pigmentos y su aplicación. Sin embargo, un punto negativo es la falta de estudios sobre la durabilidad de las pinturas, lo que impide obtener resultados más precisos sobre el comportamiento de los materiales. En fin, este artículo es valioso por explorar y contribuir con el área de la sustentabilidad, buscando alternativas menos contaminantes.

**Figura 5:** Aplicación de las pinturas elaboradas con pigmentos naturales vegetales y tierra



Fuente: Pauliv y Madi, 2021.

Inspirado por el análisis de dos estudios previos que abordaban la elaboración de pinturas naturales utilizando como aglutinante cola blanca, surgió la inquietud de desarrollar una alternativa aún más ecológica. Si bien dichos materiales representan avances importantes hacia soluciones menos contaminantes, su composición aún incluye derivados sintéticos. Esta observación motivó la propuesta de crear una pintura 100 % natural, empleando como base pigmentaria la tierra, café de bugre como aglutinante natural y agua como solvente, sustituyendo completamente el uso de productos industrializados.

Además de esta motivación técnica, el proyecto también se alinea con los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con aquellos relacionados a la salud y bienestar (ODS 3), la innovación e infraestructura sostenible (ODS 9), la construcción de ciudades y comunidades más sostenibles (ODS 11), la producción y el consumo responsables (ODS 12), y la acción por el clima (ODS 13), reafirmando el compromiso de buscar soluciones sustentables, accesibles y respetuosas con el medio ambiente.

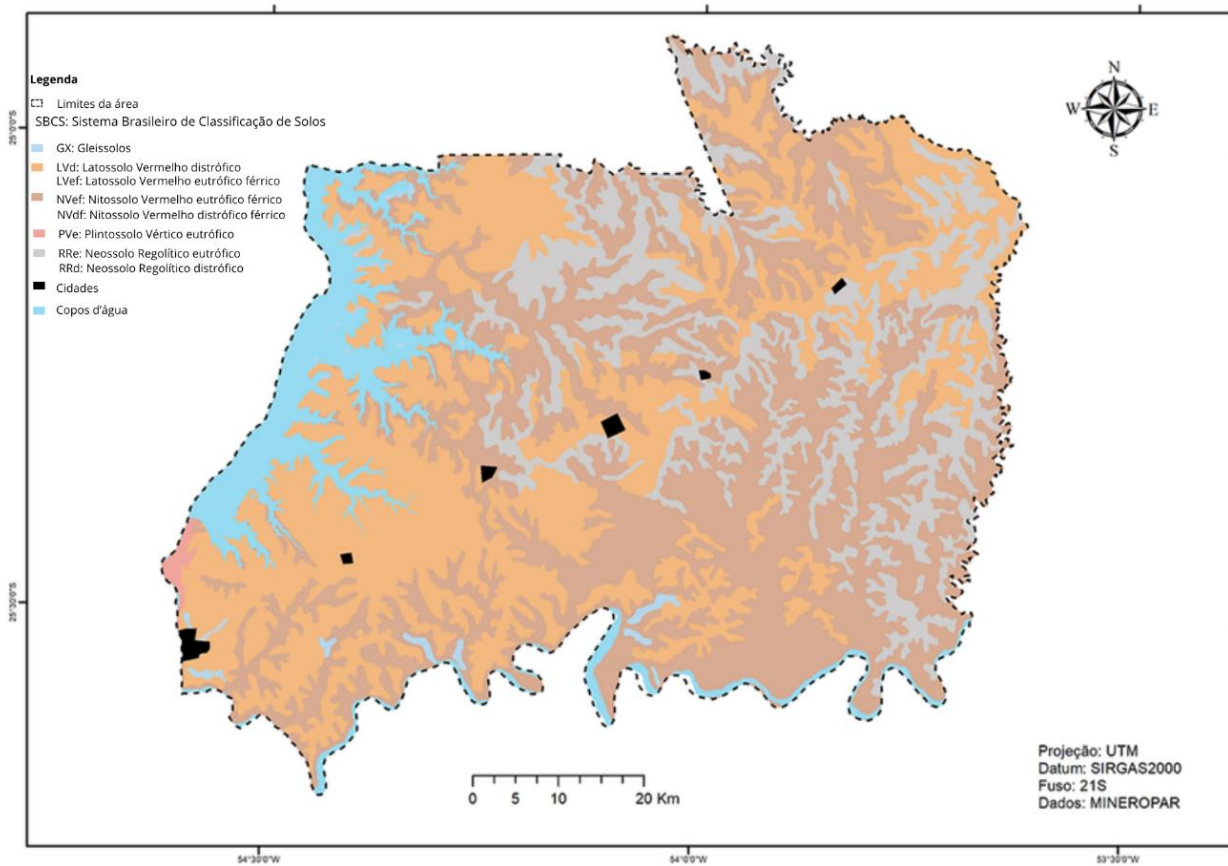
## 5 INGREDIENTES ESENCIALES PARA LA PINTURA NATURAL

El estudio se llevará a cabo en la ciudad de Foz do Iguaçu, empleando materiales locales. Por ello, resulta fundamental clasificar y caracterizar los tipos de suelos presentes en la región que serán empleadas como los pigmentos. Asimismo, se presentarán las características y la distribución geográfica del café de bugre, dado que representa a otro de los ingredientes principales (aglutinante) para la elaboración de la pintura natural.

### 5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SUELOS

Según el Atlas ambiental y geográfico sobre a microrregión, elaborado por Vinícius Fernandes de Oliveira, estudiante de geografía de la UNILA (2018), los tipos de suelo que conforman la ciudad de Foz do Iguaçu son: latossolos vermelhos distróficos e eutroféricos, gleissolos háplicos, nitossolos vermelhos distroférico e eutroféricos, argissolos vermelhos eutróficos e neossolos regolíticos eutróficos e distróficos. Esta distribución de suelo puede ser apreciada en la siguiente figura:

**Figura 6:** Representación geográfica de los tipos de suelos de la ciudad de Foz do Iguaçu



Fuente: Oliveira, 2014.

Para una mejor comprensión de los datos representados en la Figura 3, se presenta a continuación una breve descripción de cada tipo de suelo

**Cuadro 1:** Caracterización de tipos de Suelos de Foz do Iguaçu

|            |  |
|------------|--|
| Latossolos | Suelos profundos, bien desarrollados, de textura argilosa, en relevos suaves ondulados, asociados a florestas perenifólias. Pueden ser distróficos (pobres en nutrientes) o eutróficos (ricos en nutrientes)             |
| Gleissolos | Suelos hidromórficos (con exceso de agua), textura argilosa, ubicados en zonas inundables, con vegetación de campo y floresta tropical   |
| Nitossolos | Suelos fértiles, bien estructurados, textura argilosa, en relevos ondulados, presentes en regiones de floresta subtropical perenifólia, Pueden ser distróficos (pobres en nutrientes) o eutróficos (ricos en nutrientes) |
| Argissolos | Suelos de textura arenosa a media, con horizonte B bien diferenciado, en relevos ondulados o suaves, en áreas de floresta tropical subperenifólia, generalmente eutrófico típico o abruptico                             |
| Neossolos  | Suelos poco desarrollados, con textura variable, localizados en relevos montañosos a fuertemente ondulados, sobre materiales sedimentarios, con vegetación subtropical   |

Fuente: Bhering *et al.* (2007)

## 5.2 COLITA O CAFÉ DE BUGRE

El proyecto por realizar tiene como objetivo producir una pintura natural, con ingredientes específicamente naturales, siendo necesario buscar alternativas que reemplacen los aglutinantes tóxicos o los aglutinantes normalmente utilizados en la elaboración de pinturas a base de tierra como la cola blanca, razón por la cual se tiene como una opción el uso del café de bugre. Se optó por este material porque en otros lugares de América del Sur, principalmente en Paraguay, el fruto de esta planta es conocida como colita puesto que principalmente es utilizado como un sustituto de cola o pegamento (López *et al.*, 1987 *apud* Carvalho, 2008).

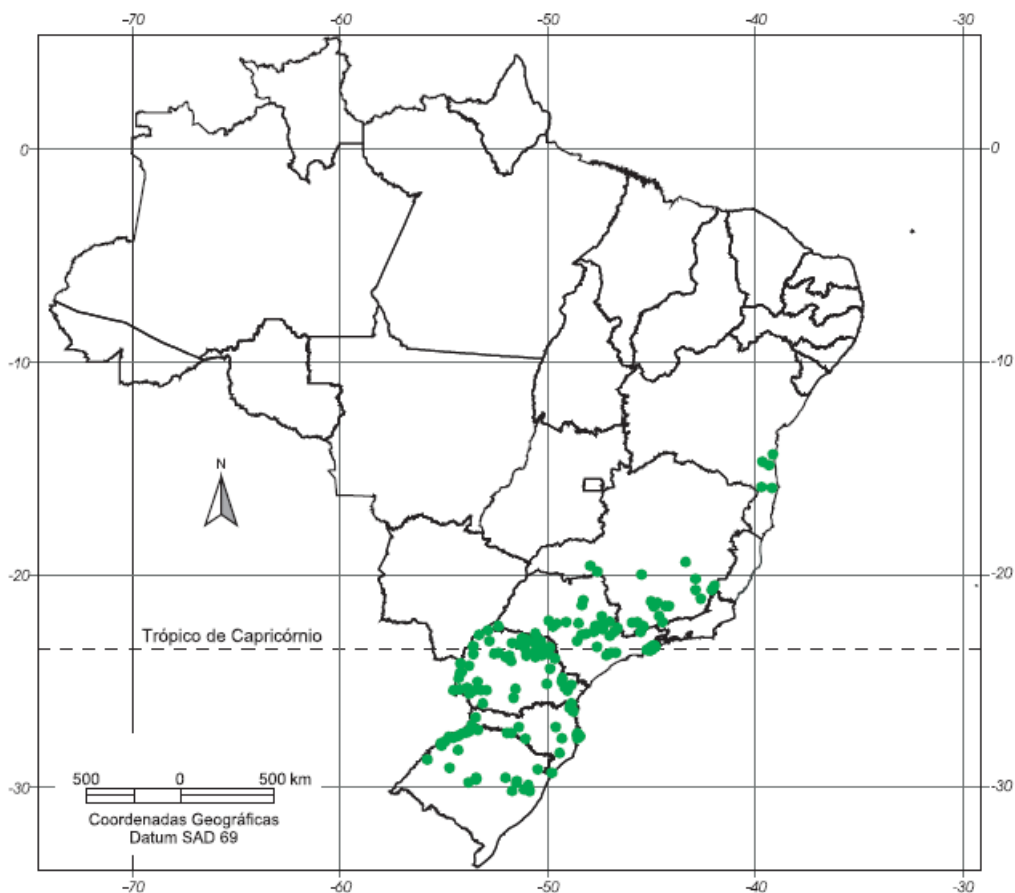
Según el Instituto Brasileiro de Florestas, el Café de bugre de nombre científico *Cordia ecalyculata* Vell y familia de Boraginaceae (IBF, 2020).

Silva (2007) menciona que este árbol tiene una altura entre 8 a 12 m y

grosor del tronco de 30 a 40 cm de diámetro. Además de estas características, sus hojas son simples, membranáceas, glabras de 8 a 14 cm de largo o alto, posee flores pequeñas de colores amarillas blanqueadas y por último frutos circulares de coloración roja (IBF, 2020).

Esta planta es típica de los suelos húmedos, puede ser encontrada en Nordeste de Argentina y Bolivia (Killeen *et al.*, 1993 *apud* Carvalho, 2008), además en Paraguay (López *et al.*, 1987 *apud* Carvalho, 2008). Sin embargo, en Brasil se encuentra distribuida en varios lugares como: Bahía, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Estado de São Paulo (Carvalho, 2008). A continuación, se puede apreciar la distribución del café de bugre en Brasil:

**Figura 7:** Distribución del café de bugre (*Cordia ecalyculata*) en Brasil



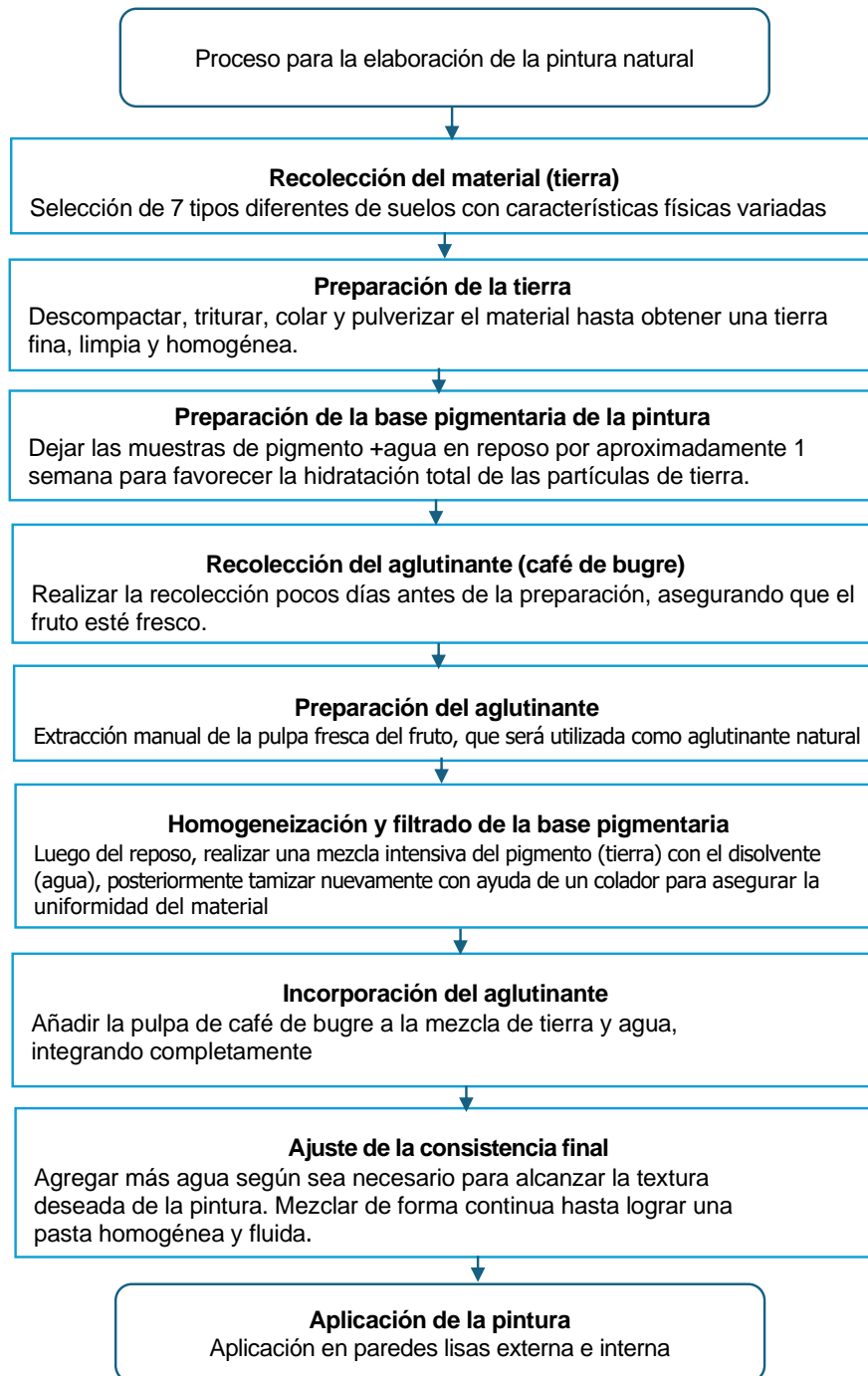
Fuente: Carvalho, 2008.

## 6 METODOLOGÍA

Antes de empezar a realizar los métodos experimentales y procesos de elaboración de la pintura se realizó una revisión bibliográfica de la literatura (artículos, tesis, informes, site, etc.) existente sobre el uso y aplicación de las pinturas a base de tierra. Por otro lado, se buscó informaciones pertinentes que ayuden a la elaboración de las pinturas a base de tierra, revisando materiales y técnicas viables por medio de otros manuales existentes o estudios de caso similares.

Con el objetivo de facilitar la comprensión del del desarrollo experimental empleado en este estudio, prosiguiendo se elaboró un organograma que describe, de manera secuencial, el proceso de preparación y aplicación de la pintura como puede ser observada a continuación:

**Figura 8:** Organograma de los métodos experimentales para la elaboración de la pintura



Fuente: Autor, 2025.

- a) **Recolección del material (tierra):** Selección de 7 muestras de suelos arcillosos de la ciudad de Foz do Iguaçu. Estas muestras presentaban diferentes características físicas y densidades naturales.

Para esta etapa, se realizó la colecta de tierra en dos sectores de la Ciudad de Foz do Iguazú - Estado de Paraná, específicamente en la orilla del Rio Iguazú en la coordenada 25°37'03.6"S 54°29'31.0"W, en la Nueva Perimetral que se encuentra Av. Maria Bubiak y Av. Felipe Wandscheer en la coordenada 25°33'00.4"S 54°31'43.9"W. A continuación, se puede observar la ubicación de las tierras colectadas para la realización de este trabajo de investigación:

**Figura 9:** Localización y recolección de diversos tipos de tierra en la ciudad de Foz do Iguazú



Fuente: Autor, 2025.

De acuerdo con la Figura 6 en la ciudad de Foz do Iguazú existen diferentes tipos de suelos y cada uno de ellos presenta características particulares basadas en color y textura visual, sin análisis de laboratorio ni perfil. En el caso de la tierra que es mas rojiza puede tratarse de un latossolo o nitossolo vermeho porque presenta alta presencia de óxidos de hierro (Fe), es un material bien drenado. El amarillo claro puede tratarse de un suelo arcilloso arenoso por su alto contenido de arena, baja cantidad de materia orgánica y nutrientes, además de que es pobre en cuanto a la retención de agua. La tierra de color marrón oscuro puede tratarse del gleissolo por sus características ya que contienen mayor materia orgánica y estaba en un ambiente más superficial. Por otro, las de color marrón rojizo puede tratarse de un nitossolo o argissolo eutrófico, una mezcla entre los óxidos de hierro y materia orgánica.

A continuación, se muestra el proceso de recolección de estas tierras y

pueden ser apreciadas en las siguientes imágenes a seguir:

**Figura 10:** Proceso de recolección de diversos tipos de tierra en la ciudad de Foz do Iguaçu



Fuente: Autor, 2025.

- b) Preparación de la tierra: Descompactar, triturar, colar y pulverizar el material hasta obtener una tierra fina, limpia y homogénea. Primeramente, las muestras fueron descompactadas y trituradas de forma manual. Pero, posteriormente al descubrir el equipamiento (Moinho Sonex SL34-E) dentro del laboratorio de la UNILA, todas las muestras fueron trituradas y pulverizadas en esa máquina. Posterior a ese proceso, las muestras fueron coladas en el tamiz número 1,20mm, para garantizar una granulometría más fina y homogénea adecuada para la preparación de la pintura. Esta etapa puede se aprecia a continuación:

**Figura 11:** Preparación de la tierra



Fuente: Autor, 2025.

- c) Preparación de la base pigmentaria: Se dispusieron 7 recipientes individuales, correspondientes a cada una de las muestras de suelo previamente clasificadas. A cada recipiente se le incorporó un volumen controlado de 200 ml de suelo previamente preparado. Posteriormente, se añadió 200 ml de agua a cada uno de los recipientes, manteniendo la misma proporción de volumen entre tierra y agua para todas las muestras. La mezcla inicial de 200 ml de tierra + 200ml de agua se dejó en reposo dentro de cada recipiente, con el objetivo de favorecer la hidratación total de las partículas de tierra y permitir la formación de una base más homogénea. Este reposo contribuyó a que las partículas finas absorban el agua de manera eficiente, facilitando la posterior incorporación del aglutinante y el ajuste de la mezcla caso sea necesario. Es importante destacar que estos parámetros fueron definidos a partir del Proyecto de Extensión de la UNILA denominado *Cores da Terra*, desarrollado en colaboración con el *Programa de Extensão em Sustentabilidade Territorial, do Itaipu Parquetec e da Itaipu Binacional*.
- d) Posteriormente se puede observar la preparación de los diferentes tipos de suelo

**Figura 12:** Preparación de la base pigmentaria

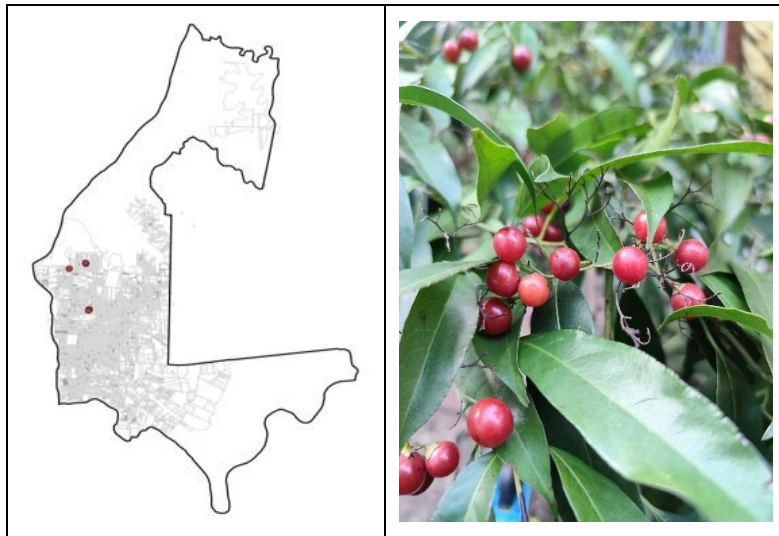


Fuente: Autor, 2025.

- e) Recolección del *café de bugre*: Realizar la recolección pocos días antes de la preparación, asegurando que el fruto esté fresco. Los frutos del *café de bugre* fueron recolectados de diferentes lugares de la ciudad de Foz do Iguaçu, la manera de extraer estas frutas del árbol fue con ayuda de un podón. Este aglutinante fue recolectado pocos días antes de la preparación, ya que su efectividad depende del uso de la pulpa fresca del fruto. Se pudo observar que cuando el *café de bugre* es recolectado con demasiada antelación, la pulpa tiende a fermentar, desarrollar hongos o secarse, lo cual impide su disolución adecuada y anula sus propiedades adhesivas.

Como el trabajo de conclusión de curso está enfocado en la ciudad de Foz de Iguaçu, Brasil, se realizó una búsqueda de este ingrediente principal dentro de la región. En la Figura 10, se puede observar la localización de algunos árboles donde fueron recolectados las frutas del *Café de Bugre*:

**Figura 13:** Localización de café de Bugre en la ciudad de Foz do Iguacu, estado de Paraná, Brasil

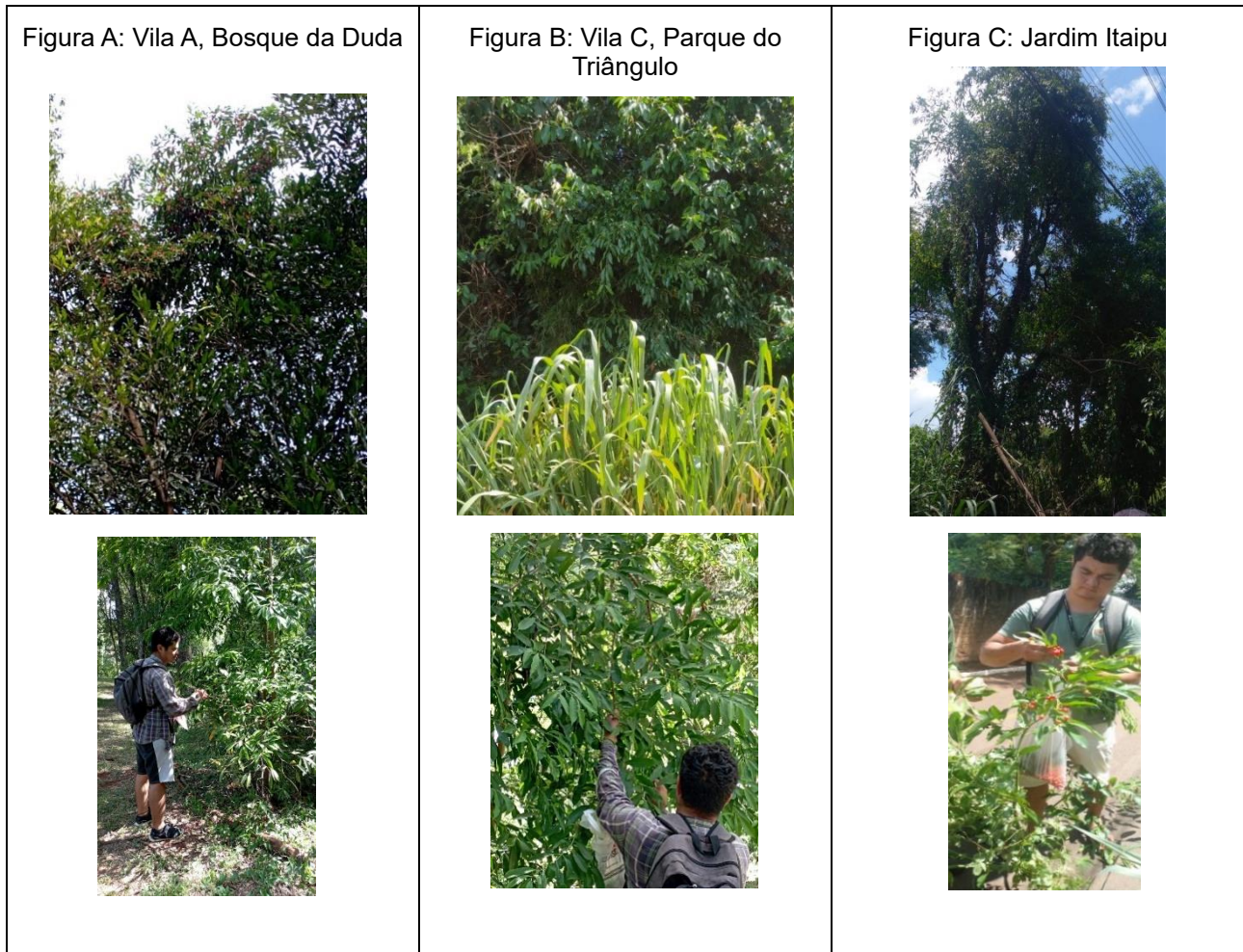


Fuente: Autor, 2025.

Uno de los lugares donde se encontró varios árboles de café de bugre es en Vila A, en el Bosque da Duda, con la coordenada  $25^{\circ}29'57.0''S$   $54^{\circ}33'56.5''W$ . El segundo lugar donde se encontró varios árboles de esta planta fue en la región Norte de la Vila C, en el Parque *do Triângulo*, en la coordenada  $25^{\circ}27'11.0''S$   $54^{\circ}34'11.9''W$ . Por último, otro lugar donde fue encontrado y recolectado el fruto del *café de bugre* es en *Jardim Itaipu*, en la coordenada  $25^{\circ}27'11.0''S$   $54^{\circ}34'11.9''W$ .

A continuación, puede ser apreciada las imágenes de recolección del café de bugre:

**Figura 14:** Recolección de café de bugre



Fuente: Autor, 2025.

- f) Preparación del aglutinante (Café de Bugre): Extracción manual de la pulpa fresca del fruto, con ayuda de una tela bien fina, en este caso se optó por el uso de medias finas, puesto que generaban mejor resultado, consiguiendo extraer netamente la pulpa del café de bugre sin impurezas, como se ilustra a continuación:

**Figura 15:** Extracción manual de la pulpa de *café de bugre*



Fuente: Autor, 2025.

- g) Homogeneización y filtrado de la base pigmentaria: Finalizado el período de reposo, cada mezcla de tierra y agua fue sometida a un proceso de homogeneización intensiva, mediante agitación manual o mecánica (taladro, mezclador de pintura, licuadoras o en este caso por ser una muestra pequeña se utilizó la batidora), con el fin de garantizar la completa disgregación de los agregados. Una vez alcanzada una mezcla visualmente homogénea, esta fue transferida temporalmente a otro recipiente auxiliar, lo que permitió realizar un proceso de tamizado o colado fino, utilizando un colador de malla reducida. Este procedimiento tiene como objetivo eliminar impurezas, partículas gruesas o aglomerados no deseados, favoreciendo así la obtención de una mezcla más adecuada para el preparo de la pintura. Completado el filtrado, el material más homogéneo y depurado fue cuidadosamente transferido nuevamente a su recipiente original, correspondiente a cada muestra, con el fin de mantener la correcta trazabilidad y organización del ensayo. El proceso de eliminación de impurezas de la tierra se puede observar a continuación:

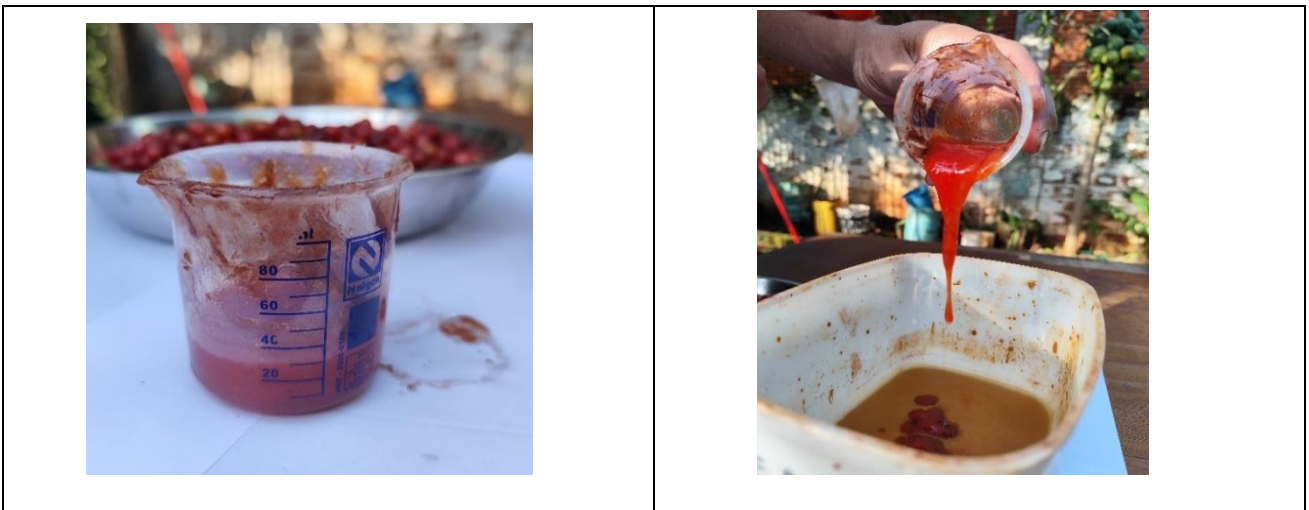
**Figura 16:** Homogeneización y filtrado de las tierras



Fuente: Autor, 2025.

- h) Incorporación del aglutinante: Añadir 30ml de pulpa fresca y colada del de café de bugre a cada una de las 7 diferentes muestras de tierra y agua, integrando completamente la mezcla con ayuda de una batidora. Es importante mencionar que se manteniendo constante la proporción de aglutinante para todas las muestras. A continuación, se puede observar como el aglutinante (café de bugre) preparado es agregado a la tierra previamente preparada:

**Figura 17:** Incorporación del aglutinante a la muestra de tierra



Fuente: Autor, 2025.

- i) Ajuste de la consistencia final: Tras la incorporación del aglutinante, se observó que todas las mezclas presentaban necesidad de ajuste en su fluidez, por lo que se adicionaron 50 ml de agua a cada muestra, con excepción de la muestra M5 que presentó un comportamiento diferente, endureciéndose significativamente tras la adición del aglutinante, por esta razón, se realizó un ajuste adicional, incorporando 50 ml más de agua (totalizando 100 ml adicionales en esta muestra) para alcanzar una consistencia de trabajo equivalente a las demás. Es importante mencionar que la viscosidad ideal del material puede variar, en algunos casos los suelos pueden precisar más agua y en otros casos tal vez menos agua, pero se recomienda comenzar con la misma proporción de agua y suelo, posteriormente mezclar un tiempo y si es necesario ajustar la cantidad de agua o suelo caso sea necesario, tal como lo mencionan los Arquitectos y Urbanistas James e Pauli en ArteNativamente dentro de su e-book o libro

digital denominado *Aprenda a fazer tinta de terra*. Este ajuste está directamente relacionado con la viscosidad de la mezcla, que puede ser analizada por medio de un viscosímetro casero elaborado a partir de una botella PET de 600 ml, adaptado del método de la copa Ford como mencionan algunos test desarrollados por Anôr F. Carvalho e Fernando P. Cardoso, autores del Manual Cores da Terra, p48, donde indica que para medir la viscosidad de la pintura es necesario llenar el recipiente con la mezcla y cronometrar el tiempo que tarda en pasar la pintura, donde el rango considerado ideal se encuentra entre 12 y 14 segundos: tiempos menores a 12 segundos indican una mezcla demasiado líquida, mientras que tiempos superiores a 14 segundos evidencian una mezcla excesivamente viscosa. Para Carvalho y Cardoso, (2021), en ambos casos, se procede a ajustar la viscosidad adicionando agua o aglutinante según corresponda. El proceso del ajuste de consistencia de la pintura elaborada para este trabajo de investigación, se puede apreciar a continuación:

**Figura 18:** Ajuste de consistencia para una de las muestras

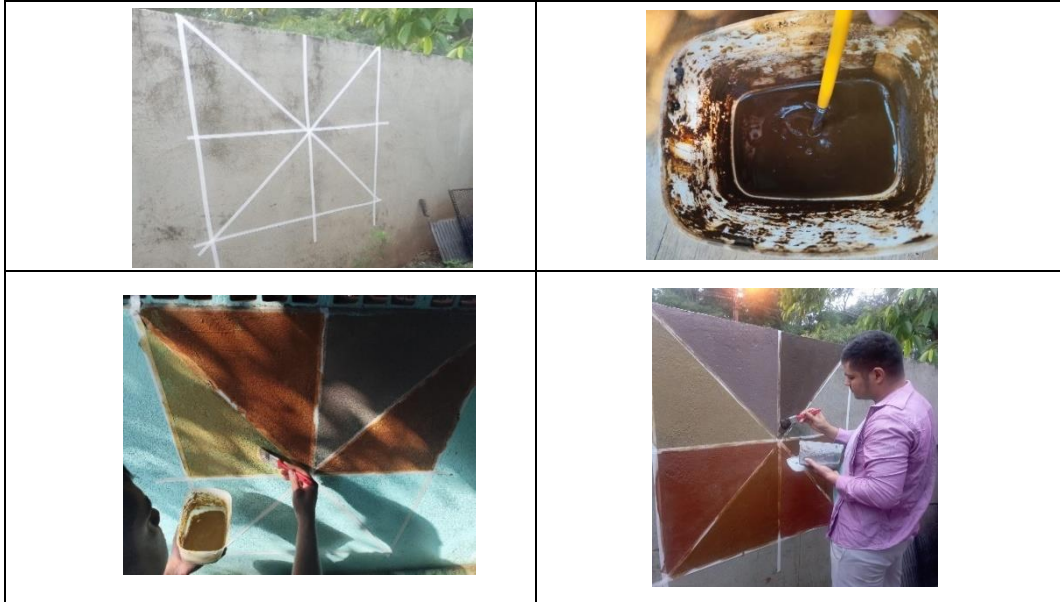


Fuente: Autor, 2025.

- j) Aplicación de la pintura: Antes de cada aplicación de la pintura es necesario mezclar cada material nuevamente y posterior a eso distribuir las pinturas elaboradas sobre la superficie deseada mediante brocha, rodillo u otro método adecuado. En este caso

como fue una pequeña superficie, se optó por un pincel, como se puede apreciar a continuación:

**Figura 19:** Aplicación de las pinturas en superficies lisas revocadas



Fuente: Autor, 2025.

## 7 LIBRETO

Al concluir el proceso de elaboración de pinturas naturales, se desarrolló un libreto técnico específico que sistematiza todo el conocimiento adquirido sobre la formulación de pinturas a base de tierra y aglutinantes naturales. Este documento ofrece información detallada sobre los distintos tipos de tierra que pueden emplearse como pigmentos, el uso del café de bugre como aglutinante natural, para lograr una mezcla efectiva y estable.

A lo largo de sus páginas, el libreto también presenta una breve historia de la pintura rupestre, su evolución a lo largo del tiempo y los desafíos que surgieron con la industrialización de los materiales, contexto que justifica la necesidad de esta propuesta. De este modo, el trabajo tiene como propósito ofrecer una alternativa basada en materiales 100% naturales, revalorizando saberes tradicionales y promoviendo prácticas sostenibles en la elaboración de pinturas.

Además de incluir el paso a paso de los procedimientos, el libreto brinda recomendaciones clave antes y después de la aplicación de la pintura, así como indicaciones sobre cómo recolectar de manera responsable los materiales, destacando ejemplos locales como la tierra de Foz do Iguaçu y el café de bugre, recolectado en su entorno natural.

El contenido resalta las ventajas ambientales de estas pinturas, su contribución al cuidado del entorno y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en lo que respecta a la producción y el consumo responsables, y la preservación del patrimonio cultural y natural.

Las características del diseño del libreto fueron cuidadosamente pensadas para reflejar la esencia natural del contenido. Se seleccionaron colores inspirados en las tonalidades propias de las pinturas a base de tierra, evocando texturas y paisajes del entorno. El diseño incorpora imágenes ilustrativas, gráficos e íconos originales, además del uso complementario de elementos creados con Canva, que enriquecen visualmente la información y facilitan su comprensión.

Cabe destacar que este libreto podrá ser consultado íntegramente en la sección de Apéndices del presente trabajo, donde se encuentra presentado en su versión completa para su lectura, análisis y futura aplicación.

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIONES

A partir de la ejecución del procedimiento experimental, se obtuvieron las densidades de las siete muestras recolectadas, cuyos valores variaron entre 609,85 kg/m<sup>3</sup> y 1374,80 kg/m<sup>3</sup>, lo que refleja la heterogeneidad de la tierra en sus características granulométricas y composición del material. Durante la preparación de las mezclas, se observó que, aunque todas las muestras fueron sometidas al mismo volumen inicial de tierra (200 ml), la masa ocupada por ese volumen difería según la densidad de cada muestra, como puede ser apreciada en el siguiente cuadro:

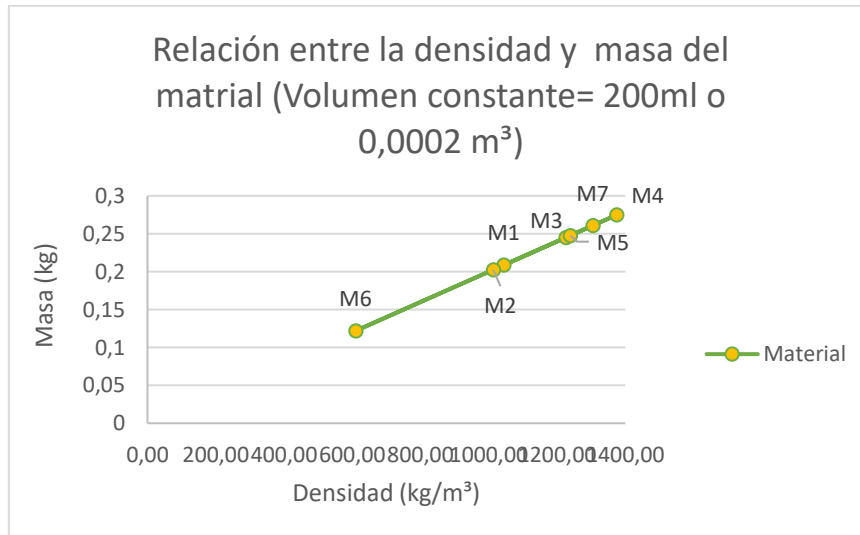
**Cuadro 2:** Variabilidad de la densidad del material en un volumen constante

| Material | Masa de tierra (kg) | Volumen de la tierra (m <sup>3</sup> ) | Densidades de las tierras (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------|---------------------|--|--|
| M1       | 0,20877             | 0,0002                                 | 1043,85  |
| M2       | 0,20262             | 0,0002                                 | 1013,1   |
| M3       | 0,24517             | 0,0002                                 | 1225,85  |
| M4       | 0,27496             | 0,0002                                 | 1374,8   |
| M5       | 0,24769             | 0,0002                                 | 1238,45  |
| M6       | 0,12197             | 0,0002                                 | 609,85   |
| M7       | 0,26094             | 0,0002                                 | 1304,7   |

Fuente: Autor, 2025.

Este comportamiento evidenció que cuando mayor es la densidad aparente del material, mayor es la cantidad de masa contenida en el mismo volumen de recipiente, lo cual influye directamente en las propiedades físicas de la tierra. Esta relación se puede observar en el gráfico a continuación:

**Figura 20:** Relación entre la densidad y masa de las siete muestras



Fuente: Autor, 2025.

Posterior a la observación de las diferentes densidades de los materiales, se agregó un mismo volumen de agua (250ml) a todas las muestras. Esta agua influyó bastante para la consistencia de las muestras. El último paso para tener como resultado la pintura natural fue la adición del aglutinante (30ml) a todas las muestras, este aglutinante influyó bastante en las muestras, tal es el caso de la muestra M5, a pesar de no ser la de mayor densidad, requirió más cantidad de agua (50ml a más) que no se debe directamente a su densidad, sino puede tratarse de sus características físicas o químicas de ese material.

Estos procesos permitieron la determinación de trazos base estándar, que favorece la replicación de la pintura natural a base de tierra y café de bugre, adaptable a distintas cantidades según la necesidad:

Para las muestras generales (M1, M2, M3, M4, M6 y M7), el trazo se establece en la proporción de:

Tierra: Agua total: Aglutinante= 1:1,25:0,15

Esto significa que por cada unidad de volumen de tierra utilizada (independientemente de su masa, que varía según la densidad), se requieren 1,25 unidades de agua y 0,15 unidades de aglutinante para obtener una mezcla homogénea y de buena trabajabilidad.

Para muestras con mayor demanda de agua como la (M5), el trazo ajustado

es:

Tierra: Agua total: Aglutinante=1:1,5:0,15

En el caso específico de la muestra M5, se requieren 1,5 unidades de agua, manteniendo constante la proporción de aglutinante.

Este trazo constituye un resultado técnico aplicable para la elaboración de pinturas naturales a base de tierra con café de bugre, que permite ajustar las cantidades de manera proporcional si se desea producir mayores volúmenes, garantizando la funcionalidad del material.

Para una mejor visualización de las cantidades atribuidas para cada ingrediente del material se puede observar la siguiente tabla:

**Tabla1:** Porcentual de los ingredientes para la pintura natural

| Material               | Tierra (%) | Agua (%) | Café de bugre (%) |
|------------------------|------------|----------|-------------------|
| M1, M2, M3, M4, M6, M7 | 41,67      | 52,08    | 6,25              |
| M5 (más absorbente)    | 37,74      | 56,60    | 5,66              |

Fuente: Autor, 2025.

A partir de la representación porcentual de los trazos de la mezcla, se estableció un sistema de cálculo proporcional que permite ajustar las cantidades de los componentes (tierra, agua y aglutinante) a cualquier volumen deseado. Este procedimiento fue aplicado en los cálculos presentados para mezclas con base en 1 litro y 10 litros de agua, lo que demuestra la funcionalidad de la metodología para adaptarse tanto a escalas pequeñas como a procesos de mayor volumen, como se puede observar a continuación:

**Tabla 2:** Ejemplo de proporciones para la preparación de las mezclas

| Material               | Tierra (l) | Agua (l) | Café de bugre (l) |
|------------------------|------------|----------|-------------------|
| M1, M2, M3, M4, M6, M7 | 0,8        | 1        | 0,1125            |
| M5 (más absorbente)    | 0,666      | 1        | 0,0944            |
| M1, M2, M3, M4, M6, M7 | 8          | 10       | 1,125             |
| M5 (más absorbente)    | 6,66       | 10       | 0,944             |

Fuente: Autor, 2025.

Durante la aplicación de la pintura elaborada, se pudo observar algunas diferencias significativas en el comportamiento de las distintas muestras, atribuibles principalmente a la textura y composición del suelo utilizado (mayor proporción de arcilla o arena).

En la primera capa, las pinturas elaboradas con suelos de textura más arcillosa demostraron una mejor capacidad de cobertura y adherencia, formando una película más uniforme desde la primera aplicación. En contraste, las mezclas con suelos más arenosos resultaron más porosas y menos cubrientes, dejando entrever la superficie base.

En la segunda capa, las pinturas con mayor proporción de arena mostraron una mejora considerable en la cobertura, aunque aún se percibía cierta diferencia respecto a las arcillosas. Las mezclas arcillosas continuaron destacándose por su mayor opacidad, mejor sellado y aspecto más homogéneo.

A partir de la tercera aplicación, la mayoría de las muestras alcanzaron un nivel de cobertura aceptable y visualmente uniforme, con excepción de la M3, debido a la naturaleza de su suelo, por ser de un color muy claro y arenoso, continuó presentando menor capacidad de cobertura, requiriendo posiblemente una capa adicional o mayor ajuste en la fórmula.

Durante su aplicación sobre superficies exteriores, se observaron fenómenos de aclaramiento y pérdida de intensidad cromática, probablemente asociados a la exposición al clima (sol, viento y humedad), lo que afectó especialmente a las muestras de textura arenosa.

En cambio, en superficies ubicadas en ambientes interiores, las pinturas conservaron su apariencia original, sin alteraciones perceptibles. Incluso la M3, que en el exterior resultó deficiente en cobertura, logró en el interior un comportamiento más equilibrado y similar al resto de las muestras.

## 9 CONCLUSIONES

Es importante la elección del ingrediente para la producción de las pinturas naturales, en el caso de los pigmentos por que la tierra es una parte fundamental de la pintura natural, de esa tierra depende el comportamiento de las mezclas, ya que las mismas varían según las características físicas químicas o mineralógicas de cada suelo. Así también, es importante realizar ajustes de agua en función de la plasticidad y reacción de cada muestra. Además, para garantizar la funcionabilidad de la pintura elaborada es importante garantizar que el aglutinante esté fresco y en óptimas condiciones.

Durante la aplicación de la pintura elaborada se pudo observar que la textura ya sea una tierra arenosa o arcillosa, influye directamente en la capacidad, adherencia y apariencia final de la cobertura. Además, las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en la conservación del color y la calidad superficial, siendo más favorables los entornos protegidos (interiores) frente a los exteriores, donde los factores climáticos aceleran alteraciones en la apariencia, especialmente en mezclas con mayor proporción de arena.

El análisis de la aplicación de las pinturas desarrolladas se realizó durante un período de apenas un mes, tiempo en el cual se pudieron observar los aspectos mencionados anteriormente. Sin embargo, para que el estudio resulte más completo, sería necesario ampliar el tiempo de exposición de las muestras y evaluar con mayor detalle cómo se degrada el color, estimando el porcentaje de pérdida cromática a lo largo del tiempo.

Asimismo, es importante señalar que, para mejorar la adherencia de la pintura, se aplicó aceite de linaza al finalizar el secado, este proceso es una recomendación para incrementar la durabilidad de las pinturas a base de tierra aplicando una capa adicional de protección, como un sellante natural, tal como lo recomiendan los Arquitectos y Urbanistas James e Pauli en *ArteNativamente* dentro de su e-book o libro digital denominado *Aprenda a fazer tinta de terra*.

## REFERENCIAS

ABRAFATI. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. **O Setor de Tintas no Brasil**. Disponible en: <https://abrafati.com.br/dados-do-setor/>. Acceso en 20 ene. 2025.

ABRAFATI. Asociación Brasileña de Fabricantes de Pinturas. Sector de Pinturas. **Más información sobre las pinturas**. Disponible en: <https://abrafati.com.br/saibamais-sobre-as-tintas/> . Acceso en 20 ene. 2025.

ABRAFATI, Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. **História das Tintas**. Disponible en: <https://abrafati.com.br/historia-das-tintas/>. Acceso: 15 jul. 2025.

ASTM D3960 –05. **Standard Practice for Determining Volatile Organic Compound (VOC) Content of Paints and Related Coatings**. 2013.

BALTAZAR, L. *et al.* **Riesgos a la salud en los trabajadores por exposición a pinturas**. Salud y Educación, Hidalgo, Vol. 12, No. 23 (2023) 94-100.

BERMOND, J. Apostilla de Intuitiva de Pigmentos Naturais. Disponible en: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/Apostila-Pigmentos-Naturais.pdf>. Acceso en 25 may. 202.

BHERING, S. B. *et al.* Mapa de solos do Estado do Paraná: escala 1:250.000: legenda. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Documentos Embrapa Solos, ISSN 1517-2627).

CARNEIRO, H. F. R. M. **Implementación de métodos de control de calidad en pinturas**. Trabajo Fin de Grado en Química. Departamento de Química y Bioquímica. Facultad de Ciencias de la Universidad de Oporto en Química. 2019.

CARVALHO, A. F.; CARDOSO, F.P. CORES DA TERRA: **Producción de pinturas con pigmentos de suelos**. Viçosa, MG: SBCS. 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, 5 volumes). 1 ed. Colombo (PR). Embrapa Florestas, 2008.

Code of Federal Regulations, 40: Chapter 1, Subchapter C, Part 51, Subpart F, 51100, Paragraph (s). Disponible en: <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-51>. Acceso en 27 ene. 2025.

FARIA, F. C.; SCHMID A. L. **Avaliação do comportamento de tintas naturais para construção civil frente ao intemperismo através de ensaio de envelhecimento acelerado**. In: XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2015.

GUERRA, N. M. S. T. M. **Rotulagem Ecológica -Compostos Orgânicos Voláteis (COV) nos produtos de construção**. Rótulos ecológicos UE, EUA, valores-limite legais e proposta de avaliação da emissão COV em produtos comercializados em Portugal. Coimbra. 2021.

IBF. **Café de Bugre**. Disponible en: <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/cafede->



OLIVEIRA, V. Estudo da dinâmica espacial-temporal dos usos das terras da paisagem de Foz do Iguaçu/PR e suas relações com a estrutura da vegetação e estoque de carbono no solo em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. **Iniciación Científica**. 2014. Disponible em: <https://geograben.wixsite.com/atlasfoz/solos>. Acceso en: 25 ene.2025.

PAULIV, T. M.; MADI, A. P. L. M. **Pigmentación natural de pinturas preparadas a partir de la tierra**. Caderno PAIC,[S. l.], v. 22, n. 1, p. 787-794, 2021. Disponible en: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/479>. Fecha de consulta: 28 ene. Año 2025.

PROPEQ.**Fabricación de pinturas: Problemática y sostenibilidad**. 2021. Disponible en: <https://propeq.com/fabricacao-de-tintas-problemas-e-sustentabilidade/>. Consultado el 28 de ene. 2025.

QUEIROGA, V. P. *et al.*, Seringueira (Hevea brasiliensis [Willd. ex Adr. Juss.] Muell. Arg.): Sistema produtivo em escala comercial e utilização. 1ed. Campina Grande: **Associação da revista eletrônica a barriguda AREPB**, 2024.

RÁCZ, F. Z.; YAMAGA, W. T. TINTAS NO MUNDO E AS OPORTUNIDADES REGIONAIS NO VALOR AGREGADO. **72° Fórum Paint & Pintura Fortaleza – Regiao N & NE**. Disponible en: [https://www.ryassociates.com/\\_files/ugd/591a50\\_645a872ed0f04c058b999ee7cdcfedcc.pdf](https://www.ryassociates.com/_files/ugd/591a50_645a872ed0f04c058b999ee7cdcfedcc.pdf). Acceso en 25 ene. 2025.

REY, S. M. Adhesivos Tack-melt atóxicos para su empleo en tratamientos restaurativos de pintura sobre tela: tipificación y análisis. Especialidad Conservación y Restauración de Bienes Culturales. **Programa de Doctorado en Ciencias Químicas**. Dpto. Ciencias Analíticas - Facultad de Ciencias – UNED. 2017.

SAAVEDRA, J. H. Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial. **Tesis de ingeniería industrial**. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Repositorio institucional de Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2020.

SILVA ,A. M. Reflorestamento ciliar à margem do reservatório dahidrelétrica de ilha solteira em diferentes modelos de plantio. Dissertação. Mestre em Agronomia: área de concentração em Sistemas de Produção. Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira -UNESP. 2007.

UEMOTO, K. L. **Pintura a base de cal**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Associação Brasileira dos Produtores de Cal – ABPC. São Paulo. 1993.

UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense. **Hevea brasiliensis (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.** Disponible en: <https://uenf.br/projetos/arvoresdauenf/especie-2/seringueira-2/>. Acceso en 09 feb. 2025.

UNESCO, Convención del Patrimonio Mundial. **Cueva de las Manos, Rio Pintura**. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/936/>. Acceso: 15 jul. 2025.

UNESCO, Convención del Patrimonio Mundial. **Parque Nacional de la Sierra de Capivara**. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/606/>. Acceso: 15 jul. 2025.

UNITED NATIONS, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Desarrollo sostenible. **The 17 Goals**. Disponible en: <https://sdgs.un.org/goals>. Acceso: 15 jul. 2025.

VICARIOLI, L. Diseño de una herramienta digital para la inspección y mantenimiento de casas con madera. **TCC (Graduación) – Curso de Licenciatura en Ingeniería de Construcción**. Costa Rica. 2016.

VITAL, A. F. M. **Arte com terra como inovação para o ensino de solos**. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências CONAPESC. Disponible en: [http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO\\_EV126\\_MD1\\_SA8\\_ID1394\\_01072019221735.pdf](http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_SA8_ID1394_01072019221735.pdf). Acceso en 25 ene. 2025.

**APÉNDICE (LIBRETO)**



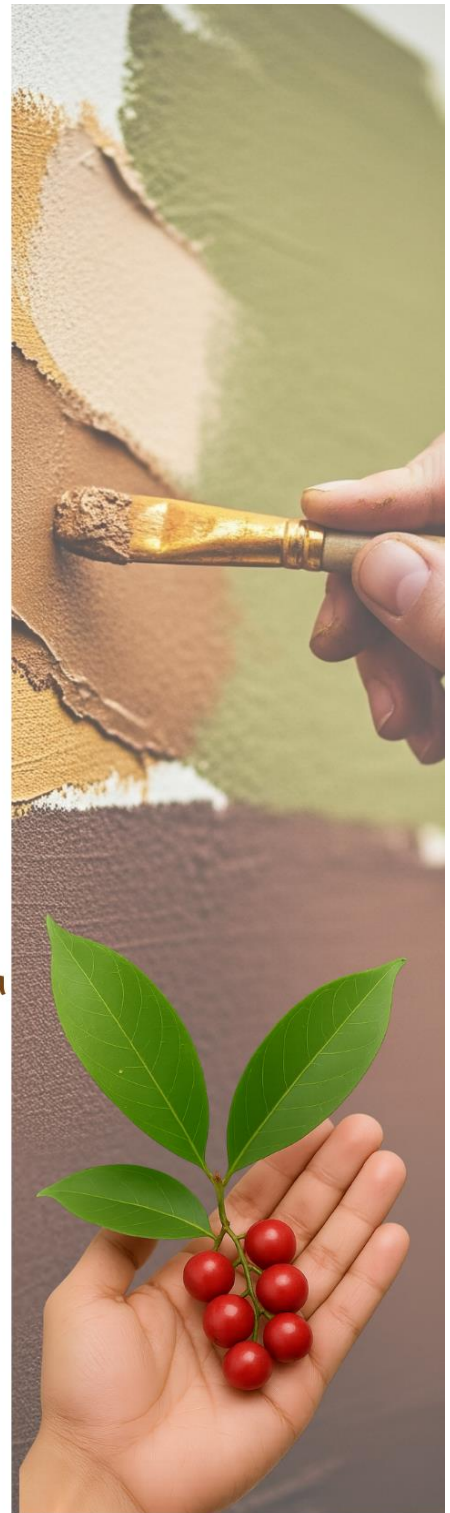
**Potyvy**

**Colores que nacen de la tierra**  
Pintura con elementos 100% naturales

**Autor: Teodoro López Cáceres**

**Orientador: Gabriel Rodrigues da Cunha**

**Foz do Iguaçu**  
**2025**





# Potyvy

El nombre Potyvy proviene de la lengua guaraní y fusiona elementos esenciales de la naturaleza:

Po (mano)

Poty (flor o fruto)

Yvy (tierra o suelo)

Potyvy (capullo)

Además del significado literario de la palabra “Potyvy”, tiene un valor simbólico para este libreto, significa capullo o aquello que está a punto de florecer.

Este libreto representa justamente eso: una idea que germina desde lo más simple y esencial la tierra, la fruta y la mano para dar vida a una alternativa de belleza natural.

Potyvy es libreto práctico y sensible para la elaboración de pinturas 100% naturales, utilizando pigmentos de tierra, agua como solvente, y el fruto del café de bugre como aglutinante.

Potyvy invita a reconectar con lo orgánico, con lo artesanal, con el arte que nace desde lo propio y lo cercano.

A través de técnicas accesibles y materiales de bajo impacto ambiental, este libreto ofrece una propuesta sustentable para embellecer los espacios cotidianos, celebrando lo simple, lo natural, lo hecho a mano.

**Potyvy florece para llenar tu hogar de colores que nacen de la tierra**

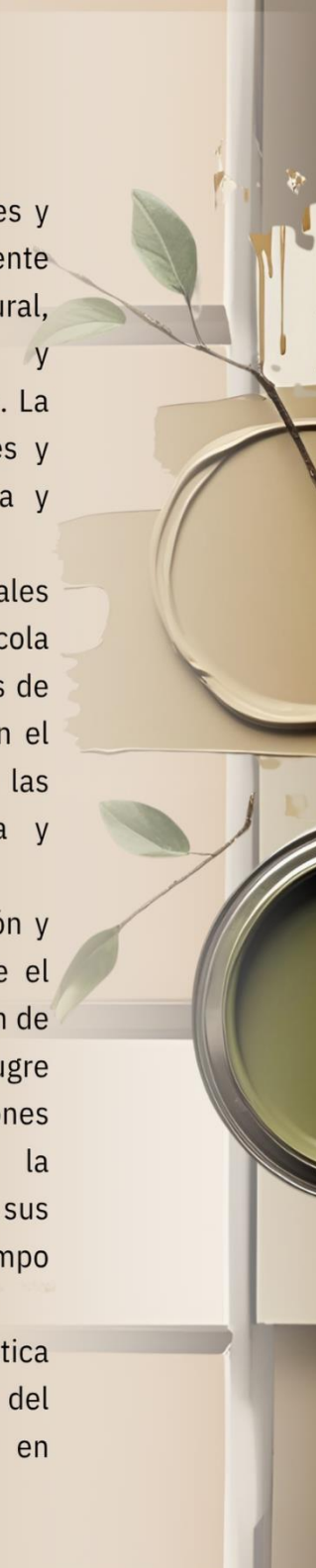
## PRESENTACIÓN

Este libreto presenta un conjunto de saberes y prácticas sobre el uso de la tierra como ingrediente principal para la elaboración de pintura natural, reuniendo instrucciones, consejos útiles y posibilidades de aplicación en distintos contextos. La propuesta valora técnicas accesibles, sostenibles y vinculadas a tradiciones ancestrales de pintura y construcción.

La pintura de tierra, elaborada con materiales simples como suelo tamizado, arena, agua y cola natural, es una forma de reconectar con los ciclos de la naturaleza y con los elementos que conforman el propio territorio. Cada mezcla refleja las características del suelo local: color, textura y densidad.

Además del paso a paso para su preparación y aplicación, el libreto comparte reflexiones sobre el proceso de recolección, selección y transformación de la materia prima, incluyendo el uso del café de bugre como aglutinante natural. Las observaciones realizadas durante las pruebas destacan la importancia de ajustar cada mezcla según sus reacciones específicas, siempre respetando el tiempo y el comportamiento de los materiales.

En este sentido, este material invita a una práctica consciente y creativa, que valora el cuidado del entorno y promueve alternativas económicas en armonía con la naturaleza.



## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| MOTIVACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PINTURAS 100 % NATURALES.....        | 2  |
| HISTORIA DE LA PINTURA.....  | 3  |
| EJEMPLOS DE ARTES RUPESTRES DENTRO DE LA HISTORIA DE LA PINTURA.....   | 4  |
| PINTURA A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE COMO AGLUTINANTE NATURAL..... | 5  |
| VENTAJAS DE LAS PINTURAS A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE.....         | 6  |
| MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....                              | 7  |
| ORGANOGRAMA.....   | 10 |
| LOCALIZACIÓN DE LAS MUESTRAS DE TIERRAS RECOLECTADAS.....              | 11 |
| RECOLECCIÓN DEL MATERIAL (TIERRA).....                                 | 12 |
| LOCALIZACIÓN DE LOS FRUTOS DE CAFÉ DE BUGRE.....                       | 16 |
| RECOLECCIÓN DEL CAFÉ DE BUGRE.....                                     | 17 |
| HOMOGENEIZACIÓN.....   | 18 |
| FILTRADO DE LA BASE PIGMENTARIA.....                                   | 19 |
| TRASFERENCIA DEL MATERIAL.....   | 20 |
| PREPARACIÓN DEL AGLUTINANTE (CAFÉ DE BUGRE).....                       | 21 |
| INCORPORACIÓN DEL AGLUTINANTE.....                                     | 22 |
| AJUSTE DE LA CONSISTENCIA FINAL.....                                   | 23 |
| RECOMENDACIONES ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA.....              | 24 |
| APLICACIÓN DE LAS PINTURAS A BASE DE TIERRA Y CAFE DE BUGRE...25       |    |
| RECOMENDACIONES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA.....            | 29 |
| CONCLUSIÓN.....  | 30 |
| REFERENCIAS.....   | 32 |

## INTRODUCCIÓN

Este libreto es el resultado del Trabajo de Conclusión de Curso en Arquitectura y Urbanismo de la Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). La investigación partió de la selección de siete muestras de suelos arcillosos de Foz do Iguaçu (PR), con distintas características físicas y densidades naturales, para evaluar su uso como pigmentos en la producción de pinturas 100% naturales. El proceso incluyó la recolección manual, trititación, tamizado y preparación de las muestras en el laboratorio de la universidad, empleando como aglutinante un extracto obtenido de la pulpa fresca del fruto del café de bugre, recolectado en diversos puntos de la ciudad. El estudio combinó prácticas ancestrales y experimentación científica para ofrecer una alternativa sostenible frente al uso masivo de pinturas convencionales ya que según ABRAFATI (2024), Brasil alcanza 1,95 billones de litros anuales y representa un riesgo ambiental y de salud por los COV liberados salud (Pauliv y Madi, 2021; Carneiro, 2019). Así, se propone el desarrollo de pinturas naturales con tierra, agua y café de bugre, como opción ecológica, económica y accesible sustituir productos industrializados, destacando la importancia del uso de ingredientes naturales y locales.

1

## MOTIVACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PINTURAS 100 % NATURALES

2

Inspirado por el análisis de estudios previos que abordaban la elaboración de pinturas naturales utilizando como aglutinante cola blanca, surgió la inquietud de desarrollar una alternativa aún más ecológica. Si bien existen muchos materiales que representan avances importantes hacia soluciones menos contaminantes, su composición aún incluye derivados sintéticos. Esta observación motivó la propuesta de crear una pintura 100% natural, empleando como base pigmentaria la tierra, café de bugre como aglutinante natural y agua como solvente, sustituyendo completamente el uso de productos industrializados.

Además de esta motivación técnica, el proyecto también se alinea con los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con aquellos relacionados a la salud y bienestar (ODS 3), la innovación e infraestructura sostenible (ODS 9), la construcción de ciudades y comunidades más sostenibles (ODS 11), la producción y el consumo responsables (ODS 12), y la acción por el clima (ODS 13), reafirmando el compromiso de buscar soluciones sustentables, accesibles y respetuosas con el medio ambiente.

## HISTORIA DE LA PINTURA

Desde la prehistoria, las primeras pinturas se elaboraban con tierras, rocas, carbón y materiales orgánicos por su alta durabilidad por lo que, con el paso del tiempo, comenzaron a emplearse pigmentos más escasos y costosos, extraídos de plantas, animales y minerales, incluidos algunos minerales preciosos, mediante técnicas cada vez más refinadas (Bermond, 2016). El mismo autor menciona que en el siglo XVII, la pintura a óleo empezó a ganar popularidad y tuvieron que ser producidas manualmente por lo que el químico inglés Sir William Perkin descubre el primer colorante sintético en laboratorio (Bermond, 2016). Este hallazgo marcó un antes y un después en la historia de los pigmentos, dando origen a lo que hoy se conoce como pintura artificial, al diferenciarse claramente de las pinturas naturales elaboradas con materiales orgánicos y minerales (Pauliv y Madi, 2021).

Ya en el siglo XX, con los avances químicos, surgieron las pinturas acrílicas y se amplió significativamente la gama de colores disponibles, alcanzando un total de 3 millones de colores en el año 1980 (Bermond, 2016).

Actualmente, la industria de las pinturas continúa innovando y está en constante desarrollo, elaborando productos más duraderos, resistentes y especializados. Además, ante la creciente preocupación ambiental, han surgido alternativas más ecológicas, como pinturas al agua, libres de solventes tóxicos, y propuestas de pinturas naturales, elaboradas con materiales orgánicos y sostenibles.



## EJEMPLOS DE ARTES RUPESTRES DENTRO DE LA HISTORIA DE LA PINTURA

La Cueva de las Manos, se encuentra ubicado en la ciudad de Patagonia, Provincia de Santa Cruz, Argentina, el cual alberga pinturas rupestres realizadas entre 13.000 y 9.500 años atrás (UNESCO, 2025).



Fuentes: UNESCO, 2025.

El Parque Nacional Serra da Capivara, en Piauí (noreste de Brasil), alberga uno de los conjuntos de pinturas rupestres más antiguos de América, con una antigüedad comprobada de hasta 12.000 años (IPHAN, 2014).



Fuentes: Bahia.ws, 2025.

Otro arte precolombino destacado en la historia es el de la cultura Nazca, reconocida por sus cerámicas policromadas, textiles y los enormesoglifos ubicados en el sur del Perú.



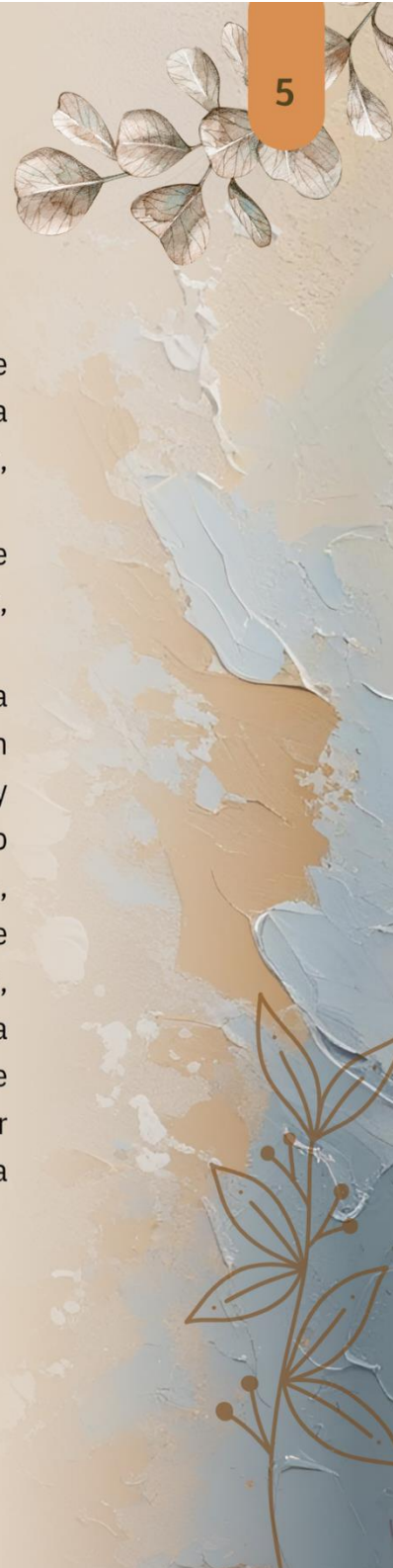
Fuente: Web de Museos, Arqueología, Historia, y Colecciones privadas, 2025.

## PINTURA A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE COMO AGLUTINANTE NATURAL

La pintura con tierra es materia viva, tiene color, olor, textura e historia. Cada suelo carga su propia identidad: es diferente en cada lugar, y eso se revela en la pintura.

Al usar una pintura natural no solo se cubre una pared, se establece un vínculo con el lugar, con la cultura, con la memoria del paisaje.

Usar ingredientes 100% naturales en la elaboración de una pintura es una elección con importancia económica y ecológica. La tierra y el café de bugre está disponible localmente, no requiere procesos industriales contaminantes, no genera residuos tóxicos y puede trabajarse con herramientas simples. Esto reduce costos, democratiza el acceso a la pintura y fortalece la autonomía de las comunidades. En lugar de consumir, aprendemos a transformar. En lugar de importar, reconocemos el valor de lo que ya tenemos.



## VENTAJAS DE LAS PINTURAS A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE



Conecta con saberes ancestrales y técnicas sostenibles



Es ecológica, ayuda a preservar el medio ambiente, ya que está libre de compuestos orgánicos volátiles (COV), sustancias perjudiciales tanto para la salud como para la naturaleza.



Es económica, los materiales son de bajo costo o se puede utilizar los recursos locales.



Fácil de preparar y aplicar, normalmente no se necesita maquinaria.



Tiene buen rendimiento y durabilidad, especialmente en interiores o decoraciones artísticas.



Colores únicos y cálidos que provienen directamente de la tierra, por lo que deja un ambiente fresco, bonito y saludable.



Democratiza el acceso a la pintura y fortalece la autonomía de las comunidades.



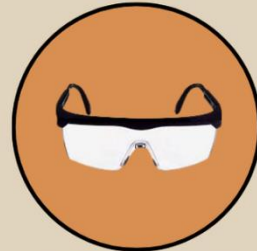
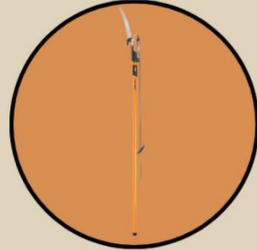
Las pinturas 100% naturales son una opción saludable, no poseen sustancias tóxicas y cuidan tanto la salud de las personas como la del medio ambiente.

## MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

### 1. Recolección de materiales naturales

Para llevar a cabo la recolección de tierras y frutos del café de bugre para la elaboración de la pintura, se emplearon diversas herramientas manuales y equipos, distribuidos en diferentes etapas del proceso:

- Pala y machete: para remover y cortar la capa superficial del suelo, facilitando el acceso a diferentes tipos de tierra.
- Baldes plásticos: utilizados para transportar y almacenar las muestras de tierra recolectadas.
- Podón de árbol: empleados para cortar las ramas altas donde se encontraban los frutos del café de bugre, facilitando así su recolección.
- Lentes de protección: indispensables para garantizar la seguridad ocular durante las tareas de corte, remoción o trituración.



Fuentes: Autor, 2025.

## 2. Preparación de la tierra

- Moinho Sonex SL34-E: molino eléctrico utilizado para triturar las muestras de tierra, obteniendo una textura más fina y uniforme.



- Mortero de porcelana: ideal para moler pequeñas cantidades de tierra con mayor control.



- Bandeja metálica y mazo manual: empleados para desmenuzar manualmente la tierra de forma rústica y práctica.



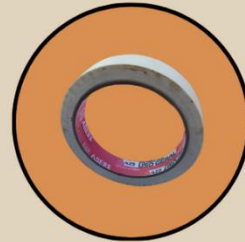
- Coladores: utilizados para cernir la tierra, eliminando impurezas y obteniendo una textura homogénea.



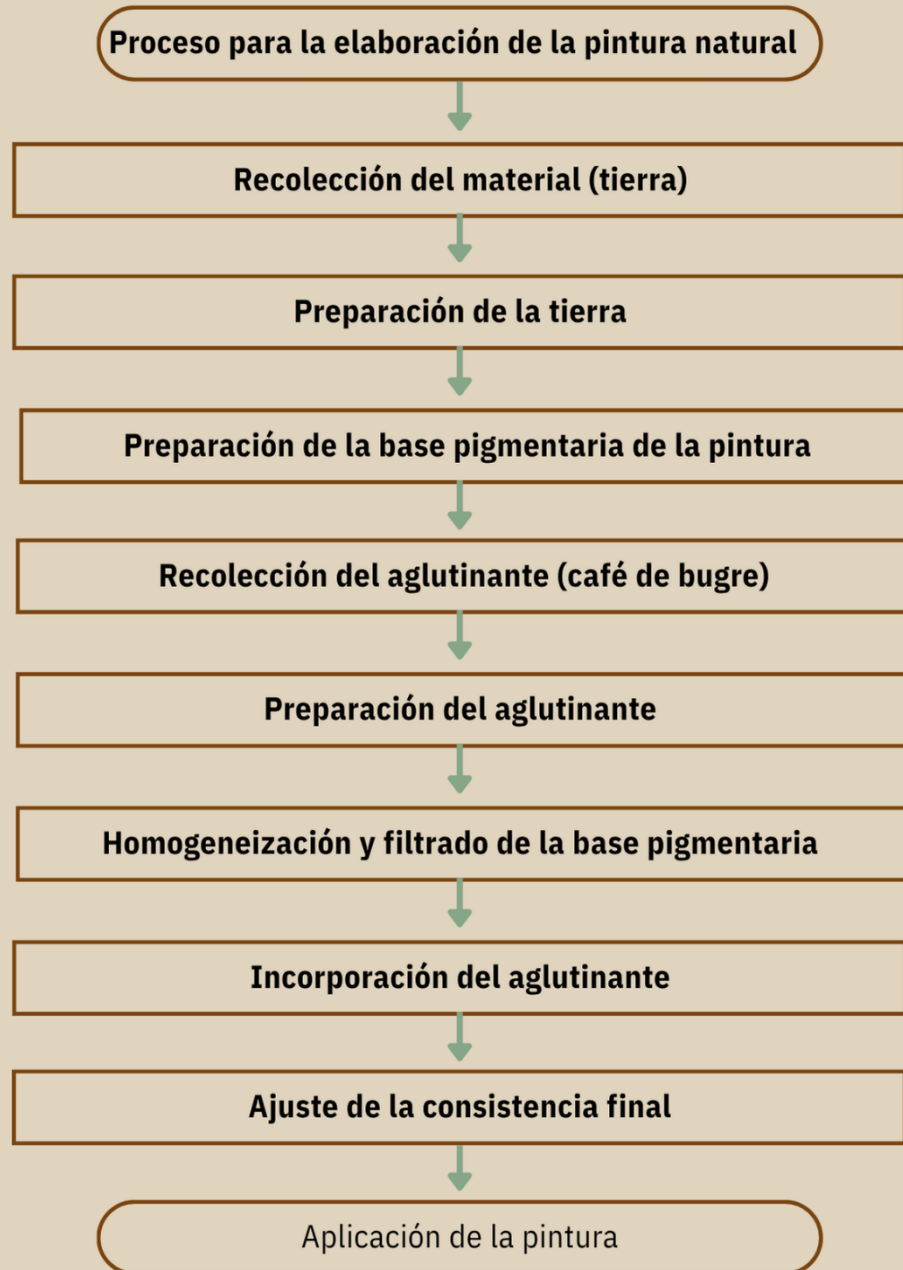
Fuentes: Autor, 2025.

### 3. Delimitación y aplicación de la pintura natural

- Medias finas: para eliminar impurezas y obtener una textura homogénea del fruto del café de bugre, dejando un aglutinante más limpio y funcional para la mezcla.
- Cinta adhesiva: utilizada para delimitar el área de aplicación, especialmente marcando formas triangulares para diferenciar las muestras, tanto en el interior como en el exterior.
- Batidora eléctrica: facilita la mezcla de los componentes de la pintura, permitiendo una emulsión uniforme.
- Medidor de agua en mililitros: necesario para controlar con precisión la cantidad de agua agregada en la mezcla.
- Pinceles de distintos grosores: empleados para aplicar la pintura natural sobre las superficies delimitadas.

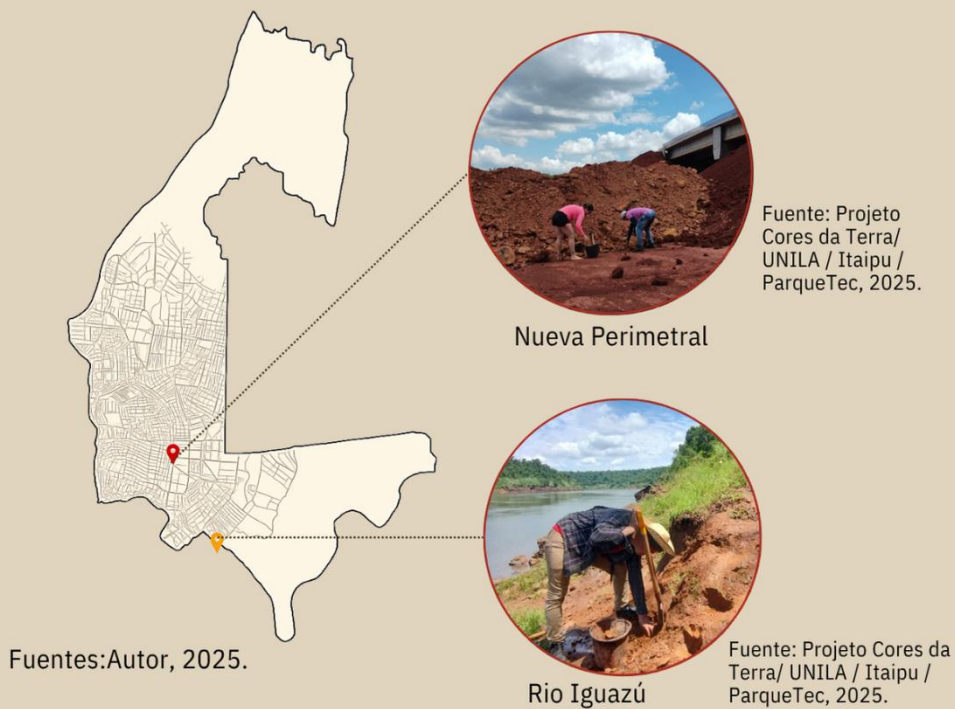


Fuentes: Autor, 2025.

**ORGANOGRAMA**

## LOCALIZACIÓN DE LAS MUESTRAS DE TIERRAS RECOLECTADAS

Para esta etapa, se realizó la colecta de tierra en dos sectores de la Ciudad de Foz do Iguazú - Estado de Paraná, específicamente en la orilla del Río Iguazú en la coordenada  $25^{\circ}37'03.6''\text{S}$   $54^{\circ}29'31.0''\text{W}$ , en la Nueva Perimetral que se encuentra Av. Maria Bubiak y Av. Felipe Wandscheer en la coordenada  $25^{\circ}33'00.4''\text{S}$   $54^{\circ}31'43.9''\text{W}$ . A continuación, se puede observar la ubicación de las tierras colectadas para la realización de este trabajo de investigación:



Fuentes:Autor, 2025.

Fuente: Projeto Cores da Terra/ UNILA / Itaipu / ParqueTec, 2025.

Nueva Perimetral

Fuente: Projeto Cores da Terra/ UNILA / Itaipu / ParqueTec, 2025.

Rio Iguazú

## RECOLECCIÓN DEL MATERIAL (TIERRA)

Esta recolección puede realizarse en dos etapas. La primera consiste en identificar y buscar materiales que permitan obtener distintos tipos de tierras adecuadas. Para ello, es necesario limpiar previamente la superficie y retirar la materia orgánica presente, antes de proceder a extraer el suelo. Este paso es esencial para asegurar tierras aptas para la elaboración de la pintura natural, evitando la recolección de materiales no adecuados..

Secado de las tierras colectadas



Fuente: Autor, 2025

La segunda etapa, ya es destinada a la selección y debidamente identificadas las 7 muestras de tipos suelos arcillosos de la ciudad de Foz do Iguaçu. Estas muestras presentaban diferentes características físicas y densidades naturales. Estas tierras serán utilizadas para realizar las pinturas naturales. Vale resaltar que es importante que las muestras estén secas y libres de contaminación.

Muestras de suelos colectados



Fuente: Autor, 2025

## 1. Preparación de la tierra:

Inicialmente, las muestras fueron descompactadas y trituradas manualmente. Posteriormente, el proceso de trituración continuó en el laboratorio de la UNILA, utilizando el equipo Moinho Sonex SL34-E, con el cual todas las muestras fueron completamente trituradas y pulverizadas. Después de este proceso, se procedió a descompactar, triturar, colar y pulverizar el material hasta obtener una tierra fina, limpia y homogénea.

Mortero de Porcelana



Bandeja y un mazo manual



(Moinho Sonex SL34-E)



Fuentes: Projeto Cores da Terra/ UNILA / Itaipu / ParqueTec, 2025.



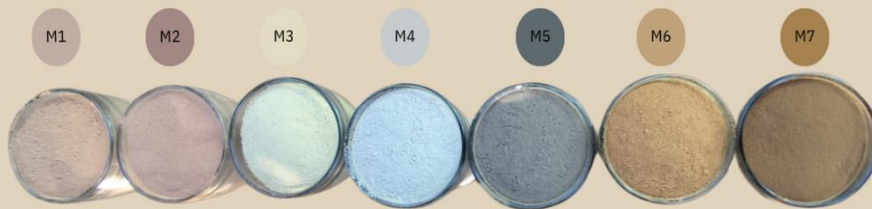
Fuente: Projeto Cores da Terra/ UNILA/ Itaipu / ParqueTec, 2025.



Fuente: Autor, 2025

## 2. Preparación de la base de la pintura: Primera etapa

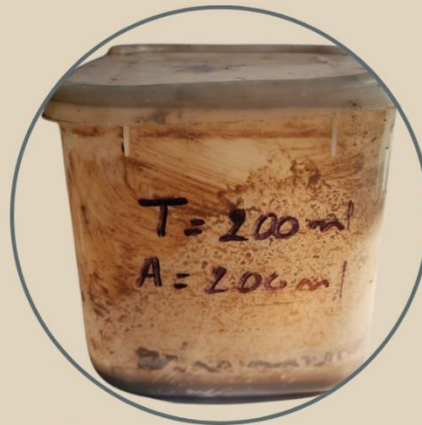
La conformación de la base pigmentaria también fueron realizados en dos pasos: la primera se dispusieron 7 recipientes individuales, correspondientes a cada una de las muestras de suelo previamente clasificadas. A cada recipiente se le incorporó un volumen controlado de 200 ml de suelo previamente preparado. Posteriormente, se añadió 200 ml de agua a cada uno de los recipientes, manteniendo la misma proporción de volumen entre tierra y agua para todas las muestras.



Fuentes: Autor, 2025



Fuentes: Autor, 2025



Fuentes: Autor, 2025

### 3. Preparación de la base de la pintura: Segunda etapa

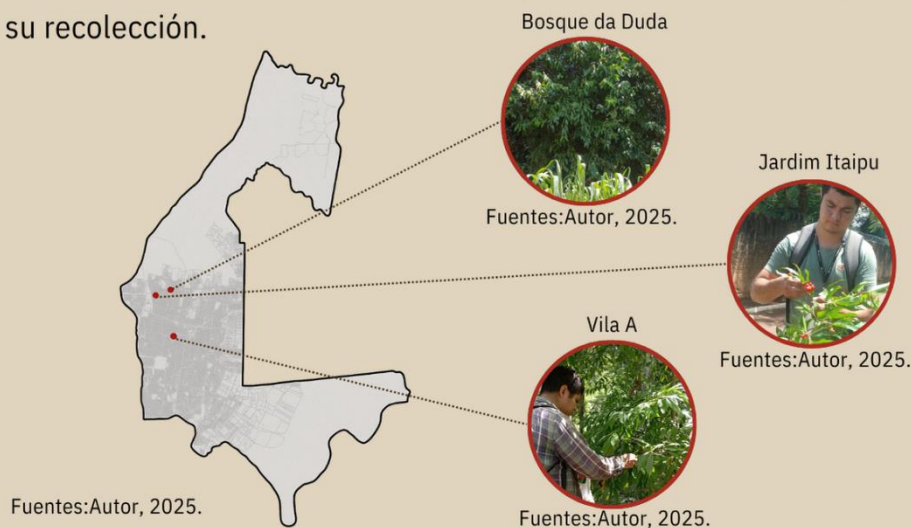
La segunda mezcla inicial de 200 ml de tierra + 200ml de agua se dejó en reposo por 1 semana dentro de cada recipiente, con el objetivo de favorecer la hidratación total de las partículas de tierra y permitir la formación de una base más homogénea. Este reposo contribuye a que las partículas finas absorban el agua de manera eficiente, facilitando la posterior incorporación del aglutinante y el ajuste de la mezcla caso sea necesario.



Fuentes: Autor, 2025

## LOCALIZACIÓN DE LOS FRUTOS DE CAFÉ DE BUGRE RECOLECTADOS

Para esta etapa, se realizó la recolección de los frutos rojos del café de bugre, una planta utilizada principalmente como sustituto de cola o pegamento en algunos países de América Latina (López et al., 1987 apud Carvalho, 2008). La colecta se llevó a cabo en tres sectores de la ciudad de Foz do Iguaçu, Estado de Paraná. El primer punto fue en Vila A, específicamente en el Bosque da Duda, con coordenadas  $25^{\circ}29'57.0''\text{S}$   $54^{\circ}33'56.5''\text{W}$ . El segundo sitio fue la región norte de Vila C, en el Parque do Triângulo, con coordenadas  $25^{\circ}27'11.0''\text{S}$   $54^{\circ}34'11.9''\text{W}$ , donde también se encontraron varios ejemplares de esta planta. Finalmente, el tercer punto de recolección fue en Jardim Itaipu, en las coordenadas  $25^{\circ}27'11.0''\text{S}$   $54^{\circ}34'11.9''\text{W}$ . Es importante señalar que esta especie florece entre los meses de octubre y enero, mientras que la maduración de sus frutos se produce entre enero y marzo (Pinto, 2025), siendo este el periodo más adecuado para su recolección.



## RECOLECCIÓN DEL CAFÉ DE BUGRE:

Realizar la recolección pocos días antes de la preparación, asegurando que el fruto esté fresco. Los frutos del café de bugre fueron recolectados de diferentes lugares de la ciudad de Foz do Iguaçu, la manera de extraer estas frutas del árbol fue con ayuda de un podón.



Fuente: Autor, 2025



Fuente: Autor, 2025

La pulpa fresca del café de bugre, mejora su efectividad en la elaboración de la pintura. Cuando el café de bugre es recolectado con demasiada antelación, la pulpa tiende a fermentar, desarrollar hongos o secarse, lo cual impide su disolución adecuada y anula sus propiedades adhesivas.



Fuente: Autor, 2025



Fuente: Autor, 2025

## HOMOGENEIZAÇÃO

Finalizado el período de reposo, cada mezcla de tierra y agua fue sometida a un proceso de homogeneización intensiva, mediante agitación manual o mecánica (taladro, mezclador de pintura, licuadoras o en este caso por ser una muestra pequeña se utilizó la batidora), con el fin de garantizar la completa disgregación de los agregados.



Fuentes: Autor, 2025

## FILTRADO DE LA BASE PIGMENTARIA

Una vez alcanzada una mezcla visualmente homogénea, esta fue transferida temporalmente a otro recipiente auxiliar, lo que permitió realizar un proceso de tamizado o colado fino, utilizando un colador de malla reducida. Este procedimiento tiene como objetivo eliminar impurezas, partículas gruesas o aglomerados no deseados, favoreciendo así la obtención de una mezcla más adecuada para el preparo de la pintura.



Fuentes: Autor, 2025

## TRASFERENCIA DEL MATERIAL

Completado el filtrado, el material más homogéneo y depurado fue cuidadosamente transferido nuevamente a su recipiente original, correspondiente a cada muestra, con el fin de mantener la correcta trazabilidad y organización del ensayo.



Fuentes: Autor, 2025

## PREPARACIÓN DEL AGLUTINANTE (CAFÉ DE BUGRE)

Extracción manual de la pulpa fresca del fruto, con ayuda de una tela bien fina, en este caso se optó por el uso de medias finas, puesto que generaban mejor resultado, consiguiendo extraer netamente la pulpa del café de bugre sin impurezas



Fuentes: Autor, 2025

## INCORPORACIÓN DEL AGLUTINANTE

Añadir 30ml de pulpa fresca y colada del de café de bugre a cada una de las 7 diferentes muestras de tierra y agua, integrando completamente la mezcla con ayuda de una batidora. Es importante mencionar que se manteniendo constante la proporción de aglutinante para todas las muestras.



Fuentes: Autor, 2025

## AJUSTE DE LA CONSISTENCIA FINAL

Tras la incorporación del aglutinante, se observó que todas las mezclas presentaban necesidad de ajuste en su fluidez, por lo que se adicionaron 50 ml de agua a cada muestra, con excepción de la muestra M5 que presentó un comportamiento diferente, endureciéndose significativamente tras la adición del aglutinante, por esta razón, se realizó un ajuste adicional, incorporando 50 ml más de agua (totalizando 100 ml adicionales en esta muestra) para alcanzar una consistencia de trabajo equivalente a las demás. Según Carvalho y Cardoso (2021), la consistencia óptima de la pintura a base de tierra, la mezcla debe ser cremosa, con viscosidad moderada, el cual permita una aplicación uniforme y sin dificultad en las superficies.



Fuentes: Autor, 2025

## RECOMENDACIONES ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA

Antes de aplicar cualquier pintura, especialmente pintura natural, es esencial realizar una limpieza profunda de la superficie. Para ello, elimine el polvo, la suciedad y los materiales sueltos utilizando un cepillo o agua a presión. Retire grasa y aceites con detergente, y enjuague con abundante agua. En caso de eflorescencias, límpielas con un cepillo suave. Para eliminar moho, hongos o algas, frote con un cepillo duro y aplique una solución de hipoclorito de sodio diluido en agua en proporción 1:1, dejando actuar durante aproximadamente una hora antes de enjuagar abundantemente. Utilice siempre protección adecuada durante este procedimiento.

24



## APLICACIÓN DE LAS PINTURAS A BASE DE TIERRA Y CAFÉ DE BUGRE

### Limitación del área

Delimitar con cinta adhesiva los espacios donde serán aplicadas cada una de las muestras; en este caso, se optó por marcar líneas triangulares para cada muestra, tanto en la parte exterior como en el interior, con el fin de diferenciar los colores. Se recomienda utilizar superficies lisas y sin recubrimientos previos; en caso de aplicar la pintura natural sobre una superficie ya pintada con pintura industrial, es aconsejable lijarla previamente para mejorar la adherencia.



Fuentes: Autor, 2025

## Aplicación de la pintura:

Antes de cada aplicación de la pintura es necesario mezclar cada material nuevamente y posterior a eso distribuir las pinturas elaboradas sobre la superficie deseada mediante brocha, rodillo u otro método adecuado. En este caso como fue una pequeña superficie, se optó por un pincel. Para lograr una cobertura adecuada, se recomienda aplicar un mínimo de tres capas.



Fuentes: Autor, 2025

## Aplicación de la pintura: Ambiente externo

A continuación, se presentan los resultados de aplicación, secado y evolución en el tiempo de las pinturas 100% naturales expuestas en un entorno exterior. El objetivo fue evaluar el comportamiento de los recubrimientos frente a la exposición solar y otros agentes climáticos, observando los cambios en su apariencia y resistencia con el paso del tiempo.

07/06/2025



08/06/2025



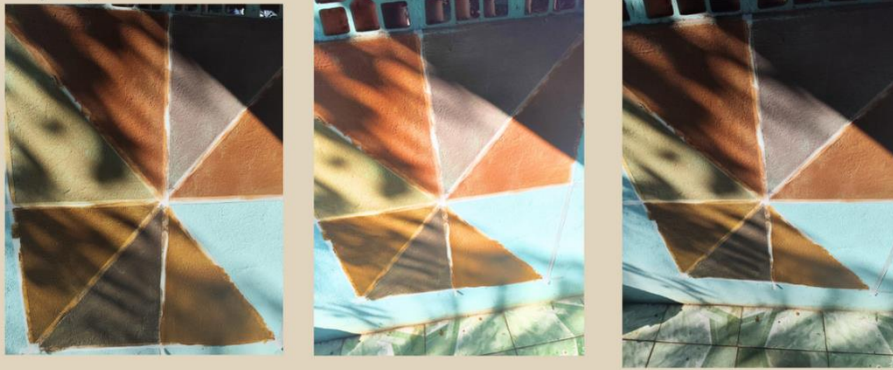
06/07/2025



## Aplicación de la pintura: Ambiente interno

A continuación, se presentan los procesos de aplicación, secado y evolución en el tiempo de las pinturas 100 % naturales aplicadas en un entorno interior. El objetivo fue observar el comportamiento de los recubrimientos en condiciones controladas, sin exposición directa al sol ni a agentes climáticos, evaluando su adherencia, acabado y estabilidad en el tiempo.

16/06/2025



08/07/2025



## RECOMENDACIONES DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA

29

Antes de aplicar una nueva capa, es importante que la anterior esté completamente seca. Así se garantiza una mejor adherencia. Se repite el proceso capa por capa hasta lograr una cobertura uniforme y un buen acabado final.

Después de que la pintura esté bien seca, se puede aplicar una capa fina de aceite de linaza, que puede actuar como sellador natural, ayudando a proteger la pintura y evitando que se desprenda con el tiempo.

## CONCLUSIÓN

Es importante la elección del ingrediente para la producción de las pinturas naturales, en el caso de los pigmentos por que la tierra es una parte fundamental de la pintura natural, de esa tierra depende el comportamiento de las mezclas, ya que las mismas varían según las características físicas químicas o mineralógicas de cada suelo. Así también, es importante realizar ajustes de agua en función de la plasticidad y reacción de cada muestra. Además, para garantizar la funcionabilidad de la pintura elaborada es importante garantizar que el aglutinante esté fresco y en óptimas condiciones.

Durante la aplicación de la pintura elaborada se pudo observar que la textura ya sea una tierra arenosa o arcillosa, influye directamente en la capacidad, adherencia y apariencia final de la cobertura. Además, las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en la conservación del color y la calidad superficial, siendo más favorables los entornos protegidos (interiores) frente a los exteriores, donde los factores climáticos aceleran alteraciones en la apariencia, especialmente en mezclas con mayor proporción de arena.

## REFERENCIAS

- ABRAFATI. Asociación Brasileña de Fabricantes de Pinturas. Sector de Pinturas. Más información sobre las pinturas. Disponible en: <https://abrafati.com.br/saibamais-sobre-as-tintas/> . Acceso en 20 ene. 2025.
- ABRAFATI, Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. História Das Tintas. Disponible en: <https://abrafati.com.br/historia-das-tintas/>. Acceso: 15 jul. 2025.
- BERMOND, Jhon. Apostilla de Intuitiva de Pigmentos Naturais. Disponible en: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/Apostila-Pigmentos-Naturais.pdf>. Acceso en 25 may. 2025.
- Carneiro, H. F. R. M. Implementación de métodos de control de calidad en pinturas. Trabajo Fin de Grado en Química. Departamento de Química y Bioquímica. Facultad de Ciencias de la Universidad de Oporto en Química. 2019.
- CARVALHO, A. F.; CARDOSO, F.P. CORES DA TERRA: Produção de pinturas con pigmentos de suelos. Viçosa, MG: SBCS. 2021.
- IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Parque Nacional Serra da Capivara (PI). Disponible en: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/422014>. Acceso: 15 jul. 2025.
- INAPL, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Cueva de las Manos. Disponible en: <https://inapl.cultura.gob.ar/noticia/prob/>. Acceso: 15 jul. 2025.
- JAMES; PAULI. Aprenda a fazer tinta de terra. e-book. Disponível em: <https://artenativamente.wixsite.com/website/tinta-de-terra>. Acesso em: 2 set. 2025.
- LEY 24225, Honorable Congreso de la Nación Argentina. Monumentos y Lugares Históricos. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24225-621>. Acceso: 15 jul. 2025.

MENESES, Gerson. Elementos usados na composição e fabricação da tinta na pintura rupestre. Disponible en: <https://portalpiracuruca.com/arqueologia-etnografia-e-pre-historia/elementos-usados-na-composicao-e-fabricacao-da-tinta-usada-na-pintura-rupestre/>. Acceso: 15 jul. 2025.

MUJICA, E; ISLA J, Nasca. Museo Chileno de Arte Precolombino. Santiago - Chile: Banco Orjiggins-Museo Chileno De Arte Precolombino, 1996.

NASCA, Museo Chileno de Arte Precolombino. Nasca. Disponible en: <https://museo.precolombino.cl/wp-content/uploads/2020/10/Nasca.pdf>. Acceso: 15 jul. 2025.

PAULIV, T. M.; MADI, A. P. L. M. Pigmentación natural de pinturas preparadas a partir de la tierra. Caderno PAIC,[S. l.], v. 22, n. 1, p. 787-794, 2021. Disponible en: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/479>. Fecha de consulta: 28 ene. Año 2025.

PINTO, V. P. V. Cafè de Bugre. Flora Paulista. Disponible en: <https://florapaulista.loja2.com.br/8152546-Cafe-de-Bugre>. Acceso: 15 jul. 2025.

UNESCO, Convención del Patrimonio Mundial. Cueva de las Manos, Rio Pintura. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/936/>. Acceso: 15 jul. 2025.

UNESCO, Convención del Patrimonio Mundial. Parque Nacional de la Sierra de Capivara. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/606/>. Acceso: 15 jul. 2025.

UNITED NATIONS, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Desarrollo sostenible. The 17 Goals. Disponible en: <https://sdgs.un.org/goals>. Acceso: 15 jul. 2025.

