



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ALINE DE CARVALHO SILVA**

**GEOTINTA COM ADIÇÃO DE BENTONITA E RESÍDUO DE TIJOLO CERÂMICO  
PARA USO EM CONSTRUÇÕES RURAIS**

**CAMPINA GRANDE**

**2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E  
PESQUISA CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ALINE DE CARVALHO SILVA**

**GEOTINTA COM ADIÇÃO DE BENTONITA E RESÍDUO DE TIJOLO CERÂMICO PARA  
USO EM CONSTRUÇÕES RURAIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na área de Construções Rurais e Ambiente.  
**Orientador: Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento**

CAMPINA GRANDE

2025

S586g

Silva, Aline de Carvalho.

Geotinta com adição de bentonita e residuo de tijolo cerâmico para uso em construções rurais / Aline de Carvalho Silva. – Campina Grande, 2025.  
64 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2024.

"Orientação: Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento".

Referências.

1. Tinta Ecológica. 2. Geotinta. 3. Tinta à Base de Solo. 4. Bentonita.
5. Tijolo Cerâmico. 6. Envelhecimento Acelerado. 7. Construções Rurais.
8. Sustentabilidade. I. Nascimento, José Wallace Barbosa do. II. Título.

CDU 667.26:666.327+666.71(043)

Aline de Carvalho Silva

**GEOTINTA COM ADIÇÃO DE BENTONITA E RESÍDUO DE TIJOLO CERÂMICO PARA USO EM  
CONSTRUÇÕES RURAIS**

Aprovado em: 11 de Março de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento  
Orientador – PPGEA/CTRN/UFCG

---

Prof. Dra. Adriana de Fatima Meira Vital  
Coorientadora – CDSA/UATEC/UFCG

---

Profa. Dra. Maria Luiza Souza Resende  
Examinador Externo – UAEP/CTRN/UFCG

---

Dr. José Pinheiro Lopes Neto  
Examinador Interno – PPGEA/CTRN/UFCG



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA  
Rua Aprígio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

### REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

#### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, REALIZADA EM 29 DE FEVEREIRO DE 2024.

**CANDIDATO(A):** ALINE DE CARVALHO SILVA

**TÍTULO:** "USO DA GEOTINTA COM ADITIVO DE BENTONITA NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E NA MELHORIA VISUAL DAS PAISAGENS E DAS CONSTRUÇÕES RURAIS"

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Construções Rurais e Ambiência

**LOCAL:** Por Videoconferência (plataforma Google Meet)

**HORÁRIO:** 8h30

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, o(a) candidato(a) foi arguido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua Dissertação, sendo APROVADO(A), com modificações no texto, de acordo com as exigências da Comissão Examinadora, que deverão ser cumpridas no prazo máximo de 30 (trinta) dias. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, assinada pelo(a) coordenador(a) do PPGEA e demais membros da Comissão Examinadora presentes. Campina Grande/PB, 29 de fevereiro de 2024.

#### COMISSÃO EXAMINADORA:

José Wallace Barbosa do Nascimento - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Adriana de Fátima Meira Vital - Coorientador(a) - UATEC/CDSA/UFCG

José Pinheiro Lopes Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Maria Luiza Souza Resende - Examinador(a) Externo(a) - UAEP/UFCG

Aline de Carvalho Silva - Discente

FEVEREIRO DE 2024

## FEVEREIRO DE 2024

[https://sei.ufcg.edu.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=4873528&infra\\_siste...](https://sei.ufcg.edu.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=4873528&infra_siste...) 1/2

19/03/2025, 10:21

SEI/UCFG - 4395374 - Ata de Defesa



Documento assinado eletronicamente por JOSE PINHEIRO LOPES NETO, COORDENADOR(A) ADMINISTRATIVO(A), em 02/05/2024, às 08:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por Aline de Carvalho Silva, Usuário Externo, em 08/05/2024, às 15:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, PROFESSOR 3 GRAU, em 07/03/2025, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por ADRIANA DE FATIMA MEIRA VITAL, PROFESSOR 3 GRAU, em 18/03/2025, às 16:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por MARIA LUIZA DE SOUZA REZENDE, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 18/03/2025, às 21:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador 4395374 e o código CRC 395CC631.

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais:** Egídio Mamede da Silva e Maria Dalva de Carvalho Silva, minhas fontes de inspiração e amor!

**Aos meus irmãos:** Jéssica e Márcio, pelas torcidas e por acreditarem em cada vitória minha conquistada!

**À toda minha família:** pelo apoio e incentivo, que me impulsionaram para mais essa vitória em minha vida!

**Ofereço e Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, toda honra e toda glória, por proporcionarem a realização de mais um sonho, fazendo-se cumprir mais uma etapa primordial em minha vida.

Ao meu orientador, Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento, pela orientação em todas as etapas necessárias para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFCG por me possibilitar a realização de cursar o mestrado em Construções Rurais e Ambiente, bem como a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ) pela concessão de bolsa de pesquisa concedida.

À banca examinadora Profa. Dra. Maria Luiza Souza Resende e Dr. José Pinheiro Lopes Neto A todos os professores e colaboradores que fazem parte do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente, por todo compartilhamento de conhecimentos durante o mestrado.

Aos coordenadores do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente e Laboratório de Solo da Unidade Acadêmico de Engenharia Civil pela disponibilização da estrutura laboratorial para executar ensaios, juntamente com o técnico laboratorial Joselito e Edvaldo pela ajuda durante todo o experimento por toda gentileza e colaboração.

À professora Dra. Adriana de Fatima Meira Vital (UFCG/CDSA), que sempre me impulsionou e ajudou desde os tempos da graduação; minha gratidão por todo apoio, paciência e amizade, como também por ser um exemplo de profissional a ser seguido.

Meu especial agradecimento aos amigos, que estiveram comigo, apoiando-me e me incentivando a sempre seguir em frente, em especial, Tacila, entre outros.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, auxiliaram-me na realização deste trabalho.

Meu muito obrigada!

## RESUMO

O solo é um recurso natural essencial, desempenhando diversas funções ecossistêmicas. No contexto não agrícola, destaca-se como fornecedor de material mineral para construções, cerâmicas e tintas ecológicas, cujos usos remontam à história da humanidade, desde as inscrições rupestres e a confecção de artefatos, até as pinturas corporais dos povos nativos de diferentes continentes. Atualmente, a busca por inovação tem impulsionado o resgate do uso do solo na produção de tintas ecológicas, em resposta à crescente demanda por soluções sustentáveis. Nesse contexto, a tinta à base de solo, conhecida como geotinta, tem sido amplamente utilizada. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho da geotinta produzida a partir de dois tipos de solo de coloração distinta, associados à bentonita e ao resíduo de tijolos, sob condições de envelhecimento acelerado. O experimento foi conduzido com três tipos de materiais ecológicos para o preparo da geotinta: tijolo triturado, solo de barranco em tonalidade acinzentada e solo de barranco de coloração amarela. Foram elaboradas diferentes formulações, substituindo 10% e 30% do solo ou do resíduo de tijolo por bentonita. As tintas foram aplicadas em corpos de prova de cimento, com dimensões de 19 x 15 cm, totalizando 100 amostras, submetidas à avaliação de resistência ao intemperismo (exposição à chuva dirigida) e ao envelhecimento acelerado em estufa por 24 horas. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados indicaram que a adição de bentonita influenciou a durabilidade da tinta, promovendo desgaste em algumas amostras e alterações na sua composição. No entanto, a geotinta demonstrou desempenho satisfatório em termos de fixação, acabamento e durabilidade, evidenciando-se como um material sustentável e de baixo custo, capaz de agregar valor às construções rurais sem comprometer o bem-estar humano e o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Geotinta. Sustentabilidade. Envelhecimento acelerado. Bentonita. Construções Rurais.

## **ABSTRACT**

Soil is an essential natural resource that plays various ecosystem functions. In non-agricultural contexts, it stands out as a supplier of mineral material for construction, ceramics, and ecological paints, whose uses date back to human history, from rock inscriptions and artifact crafting to the body paintings of native peoples across different continents. Currently, the pursuit of innovation has driven the resurgence of soil-based paint production in response to the increasing demand for sustainable solutions. In this context, soil-based paint, known as geopaint, has been widely used. This study aimed to evaluate the performance of geopaint produced with two types of soil of different colors, combined with bentonite and brick residue, under accelerated aging conditions. The experiment used three types of ecological materials for geopaint preparation: crushed brick, grayish bank soil, and yellowish bank soil. Different formulations were developed, replacing 10% and 30% of the soil or brick residue with bentonite. The paints were applied to cement test specimens measuring 19 x 15 cm, totaling 100 samples, which were subjected to weathering resistance evaluation (directed rain exposure) and accelerated aging in an oven for 24 hours. Data were statistically analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's test at a 5% significance level. The results indicated that the addition of bentonite influenced the durability of the paint, causing wear in some samples and altering its composition. However, the geopaint demonstrated satisfactory performance in terms of adhesion, finish, and durability, proving to be a sustainable and cost-effective material that adds value to rural constructions without compromising human well-being and the environment.

**Keywords:** Geopaint; Sustainability; Accelerated aging; Bentonite; Rural constructions.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- A molde e B placas de cimento. ....	21
Figura 2- Identificação da cor das amostras de solo na Carta Munsell .....	22
Figura 3- Preparação geotinta com bentonita; (A) uma medição de uma amostra; (B) pesagem de uma amostra; (C) tinta pronta; (D) Os corpos de prova pintadas.....	23
Figura 4- Equipamento Estufa para secagem das amostras para de envelhecimento acelerado. ....	23
Figura 5- Equipamento para teste de exposição a chuvas dirigidas .....	24
Figura 6- O corpo de prova simulador no equipamento de exposição de chuva dirgidas.....	25
Figura 7- T0 testemunha sem tinta na exposição de chuva dirigida no 1° grupo de amostras.....	26
Figura 8- Corpos de prova pintados com tinta T1.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	27
Figura 9- Corpos de prova pintados com tinta T1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	27
Figura 10- Corpos de prova pintados com tinta T1.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	28
Figura 11- Corpos de prova pintados com tinta T2.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	29
Figura 12- Corpos de prova pintados com tinta T2 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	30
Figura 13- Corpos de prova pintados com tinta T2.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	30
Figura 14- Corpos de prova pintados com tinta T3.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	31
Figura 15- Corpos de prova pintados com tinta T3 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	32
Figura 16- Corpos de prova pintados com tinta T3.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	33
Figura 17- T0 testemunha sem tinta na exposição de chuva dirigida no 2° grupo de amostras.....	33
Figura 18- Corpos de prova pintados com tinta T1.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	34
Figura 19- Corpos de prova pintados com tinta T1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	35
Figura 20- Corpos de prova pintados com tinta T1.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.....	35

Figura 21- Corpos de prova pintados com tinta T2.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	36
Figura 22- Corpos de prova pintados com tinta T2 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	36
Figura 23- Corpos de prova pintados com tinta T2.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	37
Figura 24- Corpos de prova pintados com tinta T3.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	38
Figura 25- Corpos de prova pintados com tinta T3 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	38
Figura 26- Corpos de prova pintados com tinta T3.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Substituição 10% do solo ou resíduo de tijolo por bentonita .....	19
Tabela 2- Substituição 30% de solo ou resíduo de tijolo por bentonita .....	19
Tabela 3- Teste de envelhecimento acelerado com duas temperatura definida 50°C e 105°C .....	24
Tabela 4- Teste exposição de chuvas dirgidas com duas temperatura definida 50°C e 105°C .....	24
Tabela 5- Perda de massa de placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0;T1.0;T1 e T1.1) e submetidas as temperaturas de 50°C e 105°C .....	40
Tabela 6- Perda de massa de placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0;T2.0;T2 e T2.1) e submetidas as temperaturas de 50°C e 105°C .....	41
Tabela 7- Perda de massa de placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0;T3.0;T3 e T3.1) e submetidas as temperaturas de 50°C e 105°C .....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA - *Analise of Variances*

°C - Grau Celsius

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

g – Grama

mm - Milímetro

NBR - Norma Brasileira

PVA – Acetato de Polivinila

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 As pinturas e as paisagens rurais .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Uso de tecnologias sociais na pintura de construções rurais: a geotinta.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Produção de geotinta com uso de bentonita como aditivo.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Possibilidades do uso da tinta de solo nas construções na paisagem.....</b>	<b>18</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Local e Período dos Ensaios.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Método.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Procedimentos de preparo da geotinta.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Granulometria.....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Identificação e classificação da cor da amostra.....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Pintura.....</b>	<b>23</b>
<b>3.7 Equipamento.....</b>	<b>23</b>
<b>3.8 Análise Estatística.....</b>	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Determinação do desempenho das tintas .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Discussão Estatístico.....</b>	<b>46</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os debates sobre sustentabilidade têm se tornado cada vez mais expressivos, destacando a necessidade de preservação do meio ambiente sem desconsiderar suas dimensões sociais, econômicas, culturais e estéticas, entre outras. No contexto rural, essa discussão envolve a busca por estratégias que protejam os agroecossistemas de maneira integrada ao desenvolvimento econômico, cultural e social. Isso reforça a necessidade do planejamento de paisagens sustentáveis, que equilibrem áreas destinadas à conservação da biodiversidade e proteção dos recursos naturais com aquelas voltadas à realização de atividades rurais (Uzêda et al., 2017; Araújo, 2023).

A sustentabilidade abrange diversos aspectos, incluindo a conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais. Além disso, pressupõe práticas que não degradem o meio ambiente, sejam tecnicamente adequadas, economicamente viáveis e socialmente aceitas. A noção de sustentabilidade incorpora uma clara dimensão social, ao buscar atender às necessidades da população mais vulnerável na atualidade. Também inclui uma perspectiva ambiental abrangente, pois visa garantir que a satisfação das demandas do presente não comprometa o equilíbrio ecológico nem gere dificuldades para as gerações futuras. Nesse sentido, o conceito de desenvolvimento sustentável possui um forte viés ambiental, além de um apelo evidente à preservação e recuperação dos ecossistemas e dos recursos naturais (Buainain, 2006).

No esforço para promover a sustentabilidade no meio rural, as construções devem priorizar o uso de materiais alternativos que minimizem impactos ambientais e reforcem o sentimento de pertencimento das comunidades rurais. Nesse contexto, o uso do solo para a produção de tinta ecológica tem avançado, consolidando-se como uma técnica sustentável na pintura de edificações em comunidades rurais e, mais recentemente, nas artes plásticas. Essa prática se alinha aos princípios da bioarquitetura, bioconstrução e permacultura, promovendo soluções ambientalmente responsáveis (Vital et al., 2018a).

Devido às cores e texturas, o solo tem grande potencial para a produção de tintas ecológicas, tanto pelo apelo do mercado sustentável quanto pela valorização da paisagem rural. Além disso, seu uso pode contribuir para o conforto térmico das edificações, fortalecer a conexão do homem com o meio natural e gerar oportunidades de trabalho e renda para as comunidades locais. Torna-se essencial a realização de estudos sobre novos materiais que possam agregar ainda mais valor à geotinta.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Avaliar o desempenho da geotinta produzida com dois solos de cores diferentes e resíduo de tijolos, usando a bentonita como aditivo natural, sob condição de envelhecimento acelerado.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar a coloração do solo, antes e após, o teste de envelhecimento aparência das peças pintadas com geotinta.
- Analisar o desgaste quando submetidos a exposição de chuva dirigidas nos corpos de prova pintados com geotinta.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 As pinturas e as paisagens rurais**

Os ambientes rurais são destacados atualmente como modelos paisagísticos de contemplação dos que enxergam o ambiente de fora e se vislumbram com as belezas interiores do local. Nas construções rurais também não é diferente, os modelos e formas são empregados para que sejam sustentáveis e equilibrados esteticamente com a natureza.

As paisagens rurais são classificadas como mosaicos de diferentes tipos de cobertura, uso do solo, serviços ecossistêmicos e desenvolvimento de oportunidades para as múltiplas necessidades das partes interessadas (Larcher et al., 2013; Palmisano et al., 2016).

Alguns autores estabelecem que a paisagem rural é definida como um sistema que integra vários ecossistemas concorrentes, incluindo as alterações das atividades antrópicas, como resultado holístico da evolução dos elementos naturais, dinâmicas dos solos, planejamento sistemático e mudanças socioeconômicas (Picuno et al., 2019; Zakariya et al., 2019).

As intervenções das construções rurais em larga escala na cobertura e uso do solo proporcionaram o interesse de diversos países em desenvolvimento, mas também nos países desenvolvidos, nos quais as paisagens enfrentam sérios problemas, como por exemplo, agricultura intensiva, expansão desordenada, fragmentação dos espaços, esgotamento dos recursos naturais e diferentes alterações nos processos ecológicos ambientais (Li et al., 2019).

Produzir conhecimento e desenvolver tecnologias capazes de tornar a arquitetura mais sensível e sustentável constitui importante ferramenta para a transmissão e preservação das paisagens rurais e suas construções. Portanto, tem-se a preocupação de fazer projetos que respeitem as características e os materiais do local são opostas às universalizações feitas a partir da década de 1950 pelos profissionais diretamente relacionados com a arquitetura moderna (Zuffo, E. 2012).

Na segunda metade do Século XX houve um aumento da preocupação com o meio ambiente e o setor da construção civil passou a ser analisado, no que se refere ao seu poder poluente, tanto na fase de edificação quanto nas de demolições (Castelnou, 2005). Foi nesse panorama que surgiu a bioconstrução, não como um conceito novo, mas como resgate de práticas ancestrais que consideravam os impactos sobre o meio ambiente e a necessidade de conservação.

Na década de 1970, os australianos Bill Mollison e David Hogren, propuseram a permacultura, introduzindo idéias inovadoras às práticas agrícolas tradicionais (Costa et al., 2019). A proposta baseia-se na observação de sistemas naturais e no conhecimento moderno, científico e tecnológico. A Permacultura tem sido preconizada como forma de trazer soluções práticas para os moradores do campo, reduzindo sua carência de informações e de recursos para sobreviver de forma sustentável, ou seja, respeitando o meio ambiente (Halfeld e Rossi, 2002).

Percebe-se, nesse contexto, a urgência do desenvolvimento de novos instrumentos, tecnologias e modelos de gestão, que intensifiquem as práticas socioambientais, incentivando o desenvolvimento de posturas sustentáveis, a valorização ambiental e o respeito à capacidade de suporte dos recursos naturais, como imprescindíveis, para o prosseguimento da vida (Vital e Santos, 2017).

As consequências ambientais do consumo em massa exigem aecoinovação, o que significa repensar completamente a nossa maneira de projetar, fabricar e consumir, propondo no mercado produtos e serviços com alta ambição ambiental. Segundo Pialot e Millet (2018) e Robinson e Syubberud (2013) esse é um novo nicho do mercado com produtos e serviços dirigidos para temas sociais e ambientais.

A inovação sustentável também pode ser entendida como processo de desenvolvimento de novos produtos ou processos que forneçam negócios de valor, mas que também diminuam os impactos ambientais. Além da inovação, é preciso o conforto. Nogueira et al. (2005) defendem que o conforto ambiental está intimamente relacionado à arquitetura e ao ambiente que foi construído, é composto por: conforto térmico, visual, acústico e ergonômico.

Por outro lado, considerando as construções rurais é necessário considerar o conforto. Nesse sentido, o conforto térmico é baseado na satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente. A NBR 15220 (ABNT, 2005) estabelece que o planejamento de instalações que prezem pelo bem-estar animal, de modo a evitar que sejam ativados mecanismos fisiológicos e comportamentais em resposta as características da instalação que possam causar desconforto. Embora o bem-estar animal esteja associado a multifatores, sabe-se da sua relação direta com os elementos construtivos da instalação, necessitando muitas vezes de maior atenção e mais investimentos do produtor.

Temáticas e princípios direcionados à promoção da sustentabilidade cada vez mais orientam a construção civil, considerado um dos setores que mais causa impactos ao meio ambiente, devido ao alto consumo de materiais, energia e geração de resíduos (USP, 2003;

John; Agopyan, 2003).

Paisagens e construções rurais se conectam constantemente e o solo está inserido na paisagem rural de forma bastante expressiva e dentre seus serviços ambientais, o fornecimento de material mineral para edificações, construções, artesanato e pintura é bastante conhecido.

## **2.2 Uso de tecnologias sociais na pintura de construções rurais: a geotinta**

As construções rurais são influenciadas pelas características particulares de seu entorno, bem como, pelas políticas de planejamento territorial (Liu et al., 2018; Cillis et al., 2020). Para agregar valor e trabalhar a proposta da sustentabilidade das construções rurais, é possível fazer uso da geotinta, pintura com tinta de terra, como estratégia de valorização da paisagem rural e bem estar animal nas construções.

A geotinta é um processo de baixo custo e impacto ambiental mínimo, que compreende produtos, técnicas e metodologias que visam a transformação social, favorecendo a organização das comunidades, desenvolvendo a criatividade e ocasionando a melhoria da autoestima dos envolvidos, além de proporcionar alternativa de renda, inserindo-se na proposta da permacultura e bioconstrução (Vital et al., 2011).

O resgate das técnicas de pinturas feitas com terra usando solos como pigmentos já permitiu, só aqui no Brasil, a catalogação de mais de 40 tons de cores, que podem ser inclusive misturadas entre si, resultando numa infinidade de cores e tons (Carvalho et al, 2007).

Com isso, a geotinta é uma nova alternativa que integra a promoção da estética e sustentabilidade ao ambiente, assim como nas construções rurais. Além de trazer um visual alternativo e econômico, também traz consigo o sentimento de pertencimento em um ambiente totalmente ecológico, trazendo também o conforto climático para os animais.

## **2.3 Produção de geotinta com uso de bentonita como aditivo**

De acordo com Zhang et al. (2020), bentonita é o nome comercial de toda uma gama de argilas naturais com alta capacidade de absorver água, fazendo com que haja expansão e inchamento (seu volume cresce várias vezes em contato com a água para criar um fluido gelatinoso e viscoso). A cor das Bentonitas (argilomineral Montmorilonita) varia na natureza mais facilmente do branco ao creme, mas cores cinzas, azul, verde e rosa também podem ser encontrados.

As tintas e corantes também incluem a argila como ingrediente, pois a bentonita é um excelente espessante (Imerys, 2022).

As tintas de terra podem ser aplicadas em áreas internas ou externas, sobre substratos de cimento, cal, concreto; podem ser pintadas peças de artesanato em geral, telas, cerâmica, etc. No caso de paredes, essas devem ser lixadas para retirada da tinta anterior para criar a porosidade necessária para ancoragem da nova tinta (Carvalho et al., 2007).

As geotintas, segundo Saldanha (2019), não apresentam Compostos Orgânicos Voláteis (COV's) que são substâncias nocivas à saúde. São tintas atóxicas, inodoras e apresentam cores resistentes que não desbotam facilmente, possibilitando sua aplicação em áreas tanto externas como internas das residências.

## **2.4 Possibilidades do uso da tinta de solo nas construções e na paisagem**

As pinturas com geotinta ganham cada vez mais espaço, incluindo a pintura de casas em comunidades rurais e, também, nas artes plásticas (Vital et al., 2018b). Seguindo os princípios da bioconstrução, a geotinta contribui com a decoração da paisagem, incrementando a aparência das moradias do meio rural e de empreendimentos turísticos. Atualmente são buscadas técnicas que prezam a qualidade do material utilizado (tintas de qualquer origem), mas que também sejam sustentáveis, ou seja, viáveis economicamente, socialmente justas e ecologicamente corretas (Dupont et al., 2017)

Segundo Lopes (2012), a importância de ter conhecimento sobre os aspectos de cada tinta, há uma grande influência das pinturas, desde a cor até o modo de aplicação da tinta, tendo como principais funções a proteção das paredes de uma edificação e caráter estético além disso, dependendo da cor da tinta, ela pode trazer conforto ao ambiente, pode resistir ou absorver calor, pode valorizar o imóvel e auxiliar na luz do ambiente.

### 3. . MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e Período dos Ensaios

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos, e no Laboratório de Construções Rurais e Ambientação na Universidade Federal de Campina Grande, Campus I – Campina Grande/PB. Os ensaios foram realizados entre os meses de Maio de 2023 e Agosto de 2023.

Para confecção da geotinta (ou tinta a base de terra), foram coletados os solos dentro do campus da UFCG em Campina Grande-PB e encaminhado para o Laboratório de Construções Rurais e Ambientação da UFCG para determinação da granulometria e caracterização da cor segundo a Carta de Munsell, , segundo procedimento adotados pela EMBRAPA (1997). No preparo da tinta foram definidas as proporções de acordo com a textura do solo.

Tabela 1- Substituição 10% do solo ou resíduo de tijolo por bentonita.

Tintas	Solo	Bentonita	Água	Cola (PVA)	Nº corpos de provas
T1.1	84,6 g	9,4 g	110 g	25 g	10
T2.1	101,0 g	11,2 g	110 g	25 g	10
T3.1	106,5 g	11,85 g	110 g	25 g	10
T1.0	90 g	Zero de bentonita	110 g	25 g	5
T2.0	90 g	Zero de bentonita	110 g	25 g	5
T3.0	90 g	Zero de bentonita	110 g	25 g	5
					Total 45

Tabela 2- Substituição 30% de solo ou resíduo de tijolo por bentonita.

Tintas	Solo	Bentonita	Água	Cola (PVA)	Nº corpos de provas
T1	65,79 g	27,9 g	110 g	25 g	10
T2	78,3 g	33,7 g	110 g	25 g	10
T3	82,8 g	35,5 g	110 g	25 g	10
T1.0	90 g	Zero de Bentonita	110 g	25 g	5
T2.0	90 g	Zero de Bentonita	110 g	25 g	5
T3.0	90 g	Zero de bentonita	110 g	25 g	5
					Total 45

### **3.2 Método**

O método para realizar a comparação visual entre as amostras de tintas consiste em três etapas: levantamento de informações e receitas para a elaboração das tintas naturais através de revisão bibliográfica; aplicação em corpos de prova e leitura de resultados parciais em intervalos de 24 horas no equipamento na estufa, conforme NBR 15380 (ABNT, 2015).

Para os efeitos desta Norma, define-se Intemperismo Acelerado como: simulação em laboratório, de modo acelerado, da ação natural da incidência de chuva e radiação ultravioleta sobre películas de tintas e vernizes (ABNT, 2015).

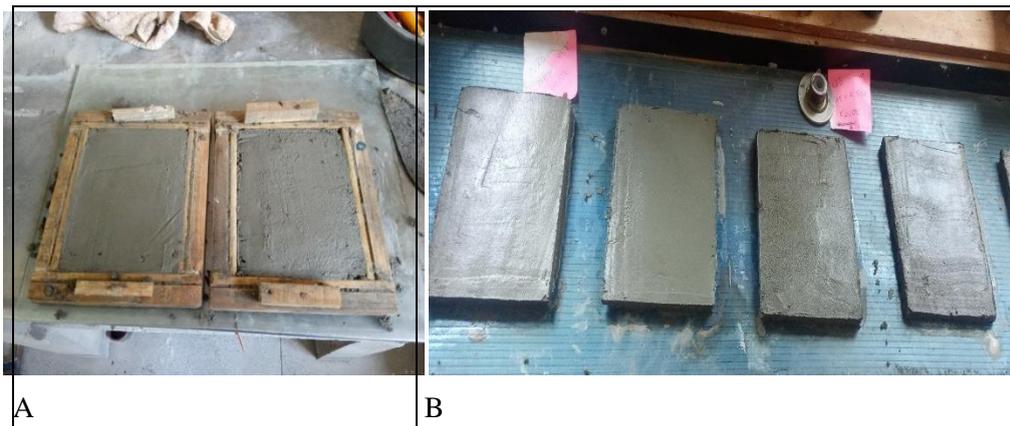
### **3.3 Preparação dos corpos de prova**

Para a elaboração dos corpos de prova foram utilizados moldes com dimensões 19 x 15 x 7 cm, cimento, areia média lavada e água potável.

Durante o procedimento de moldagem, foram misturados o cimento 230g e a areia peneirada na proporção 920g em um recipiente não absorvente até a perfeita homogeneização. Pesou-se uma quantidade de material suficiente para preencher o molde, e foi adicionada água até obter consistência de uma argamassa, conforme o procedimento estabelecido pela NBR 15380 (ABNT, 2015).

Os substratos utilizados para a aplicação das amostras de tinta foram 100 placas de cimento preparadas conforme a norma ABNT NBR 15380, com dimensões de 19 x 15 x 7 cm. A superfície foi nivelada e seca por 2 horas e, após foram desmoldados e curados à temperatura ambiente de (29) °C e umidade relativa do ar superior a 50%, em local ventilado. As placas de cimento secaram à temperatura ambiente, conforme recomenda a norma NBR 15380, depois de 28 dias de cura.

Figura 1- A molde e B placas de cimento



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora

### 3.4 Granulometria

Após a coleta a amostra do solo foi conduzida para o Laboratório de Construção Rural e Ambiência – UFCG, para secagem ao ar, em ambiente sombreado; a seguir foi realizado o destorroamento e a tamisagem para extrair possíveis impureza. Foi realizada a determinação da granulometria, utilizando-se o metodo de peneiramento, segundo EMBRAPA (1997).

Figura 2 – Amostras de solos nas peneiras

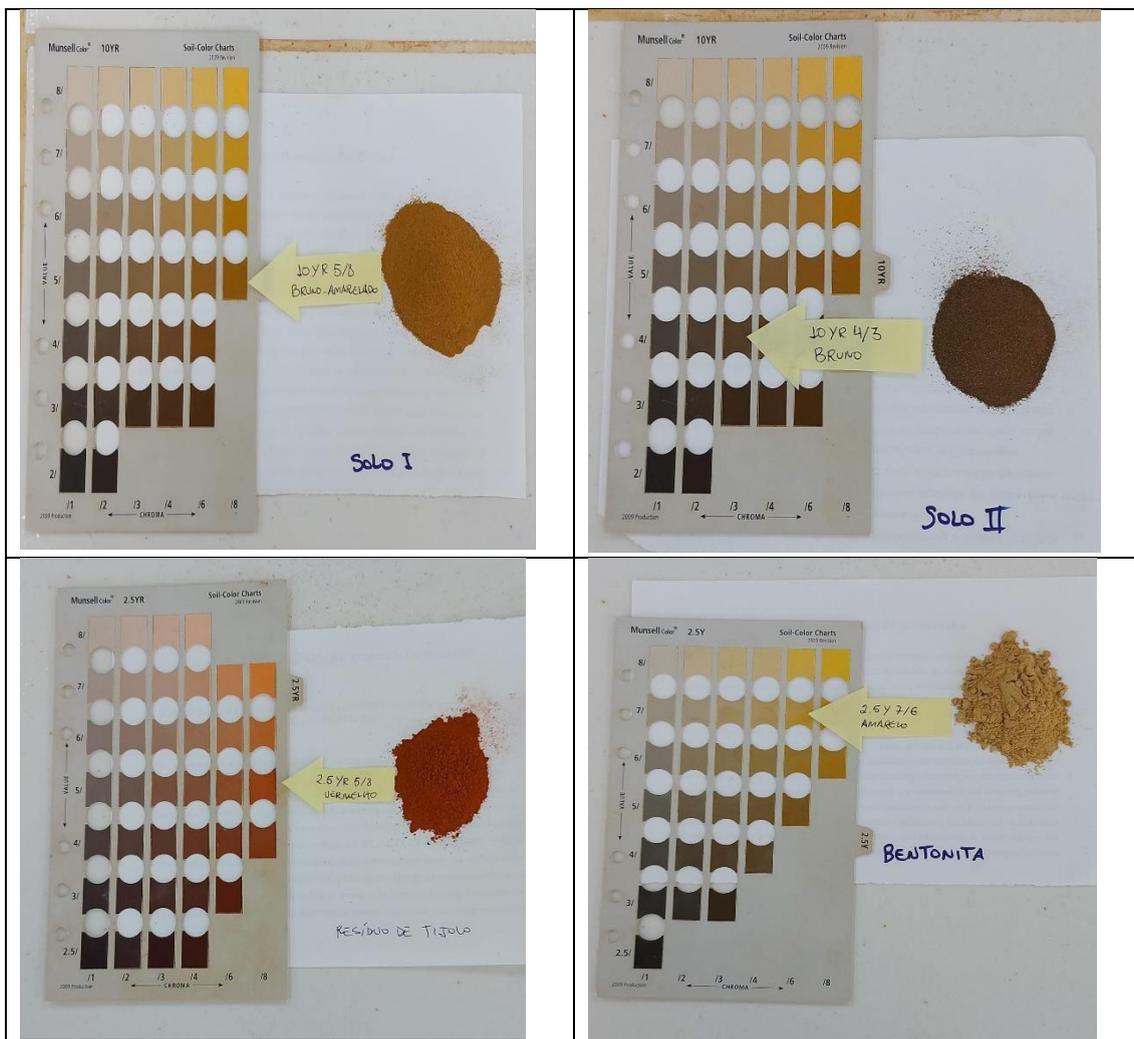


Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora

### 3.5 Identificação e classificação da cor da amostra

A identificação e classificação da cor da amostra por meio da Carta de Munsell (EMBRAPA, 2017) (Fig. 02).

Figura 2- Identificação da cor das amostras de solo na Carta Munsell.

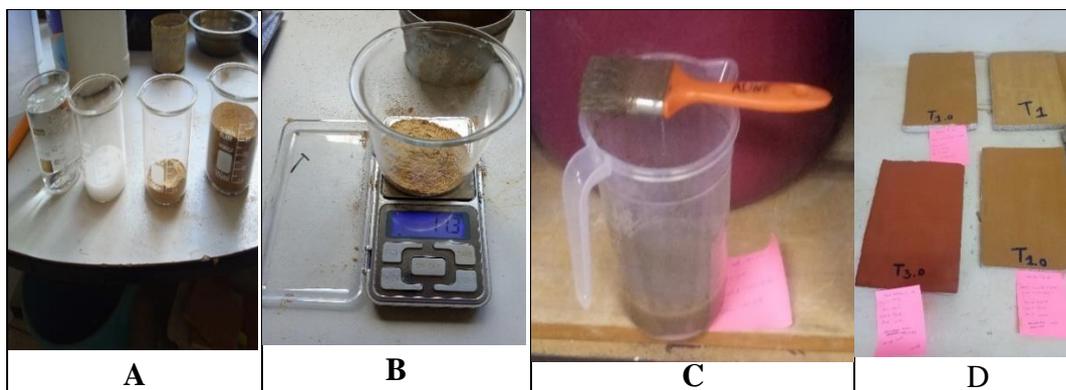


Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.6 Pintura

Foram aplicadas três demãos de geotinta em cada corpo de prova para o teste, a melhor dos três grupos das tintas misturas produzidas foi verificada. A pintura também foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente da UFCG. O objetivo da pintura foi avaliar o comportamento da tinta à base de solo em ambiente aberto, considerando-se o aspecto visual e a variação da temperatura. Para obter resultados da temperatura, utilizaram a estufa e exposição de chuvas dirigidas. A medição ocorreu em períodos de 24 horas a temperatura de 50°C e 105°C.

Figura 3- Preparação geotinta com bentonita; (A) uma medição de uma amostra; (B) pesagem de uma amostra; (C) tinta pronta; (D) Os corpos de prova pintadas.



*Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora*

### 3.7 Equipamento

Na Figura 4 pode ser observada a estufa utilizada para secagem das amostras, a qual possui acomodação para os corpos-de-prova e assegura a simulação de radiação solar.

Figura 4- Equipamento Estufa para secagem das amostras para de envelhecimento acelerado.



*Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora*

O equipamento utilizou o ajuste para o ciclo de exposição na condição, sugerido pela NBR 15380, como mostra a tabela 3.

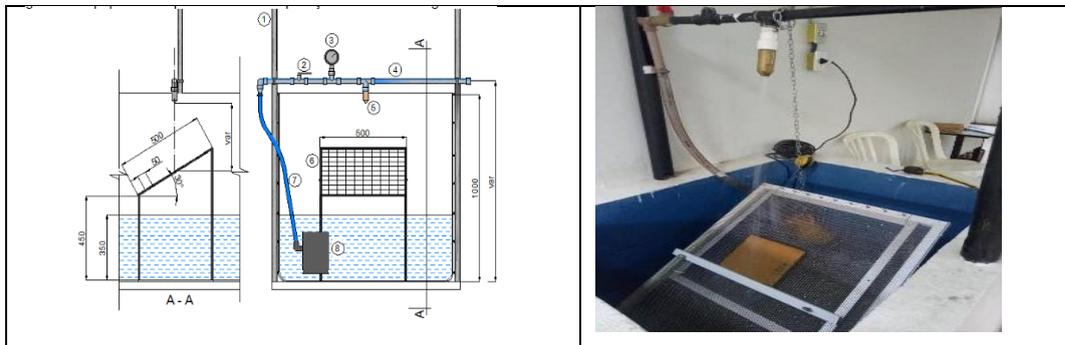
Tabela 3- Teste de envelhecimento acelerado com duas temperatura definida 50°C e 105°C.

Número de peças de cada corpo de prova	Grupos de amostras de tintas	Temperaturas	Tempo de exposição
15	T1.0, T1, T1.1;	50° C	24 horas
15	T2.0, T2, T2.1;	50° C	24 horas
15	T3.0, T3, T3.1	50° C	24 horas
5	T0 sem pintura test.	50°C	24 horas
15	T1.0, T1, T1.1;	105°C	24 horas
15	T2.0, T2, T2.1;	105° C	24 horas
15	T3.0, T3, T3.1	105° C	24 horas
5	T0 sem pintura test.	105° C	24 horas
Total 100			

Para o teste acelerado de exposição a chuvas foi utilizado o modelo proposto por

Rezende et al. (2016), está ilustrado na figura 5.

Figura 5- Desenho esquemático e imagem do equipamento para teste de exposição a chuvas dirigidas.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora

O equipamento de chuva dirigida utilizou o ajuste para uma pressão de saída de 1/2 (meio) bar, altura 0,70 m com uma vazão de 0,234 litro de água, como mostra a tabela 4, em que os corpos de prova foram expostos por meia horas na chuva.

Tabela 4- Teste exposição de chuvas dirigidas com duas temperatura definida 50°C e 105°C.

Número de peças de cada corpo de prova	Grupos de corpos de provas de tintas	Grupos teste das Temperaturas	Tempo de exposição da chuva dirigidas
15	T1.0, T1, T1.1;	50° C	30 minutos
15	T2.0, T2, T2.1;	50° C	30 minutos
15	T3.0, T3, T3.1	50° C	30 minutos
5	T0 sem pintura test.	50° C	30 minutos
15	T1.0, T1, T1.1;	105° C	30 minutos
15	T2.0, T2, T2.1;	105° C	30 minutos
15	T3.0, T3, T3.1	105°C	30 minutos
5	T0 sem pintura test.	105°C	30 minutos

Total 100
-----------

Os corpos de prova foram colocados no equipamento na plataforma de apoio em cantoneiras em aço inox (10mm x 10 mm) e malhada vazada (50 mm x 50 mm) para permitir o escoamento da água. As amostras ficaram expostas pelo período de meia horas, com avaliações a cada amostra visual, por serem tintas de dispersão aquosa, como recomenda a ABNT NBR 15380.

Figura 6- O corpo de prova simulador no equipamento de exposição de chuva dirgidas.



*Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora*

### 3.8 Análise Estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial (4x2), dois fatores identificados por (F4) sendo 3 tipos tinta diferente e uma testemunha sem pintura e (F2) são duas temperaturas de 50°C e 105°C tempos de consolidação de 24 horas e mais o processo de perda de massa, com cinco repetições cada amostras, totalizando 100 amostras. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software estatístico Assistat (2023).

A porcentagem de perda de massa foi dada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Perda de Massa} = \left( \left( \frac{\textit{Peso Final}}{\textit{Peso Inicial}} \times 100 \right) - 100 \right) \quad (\text{Eq.1})$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

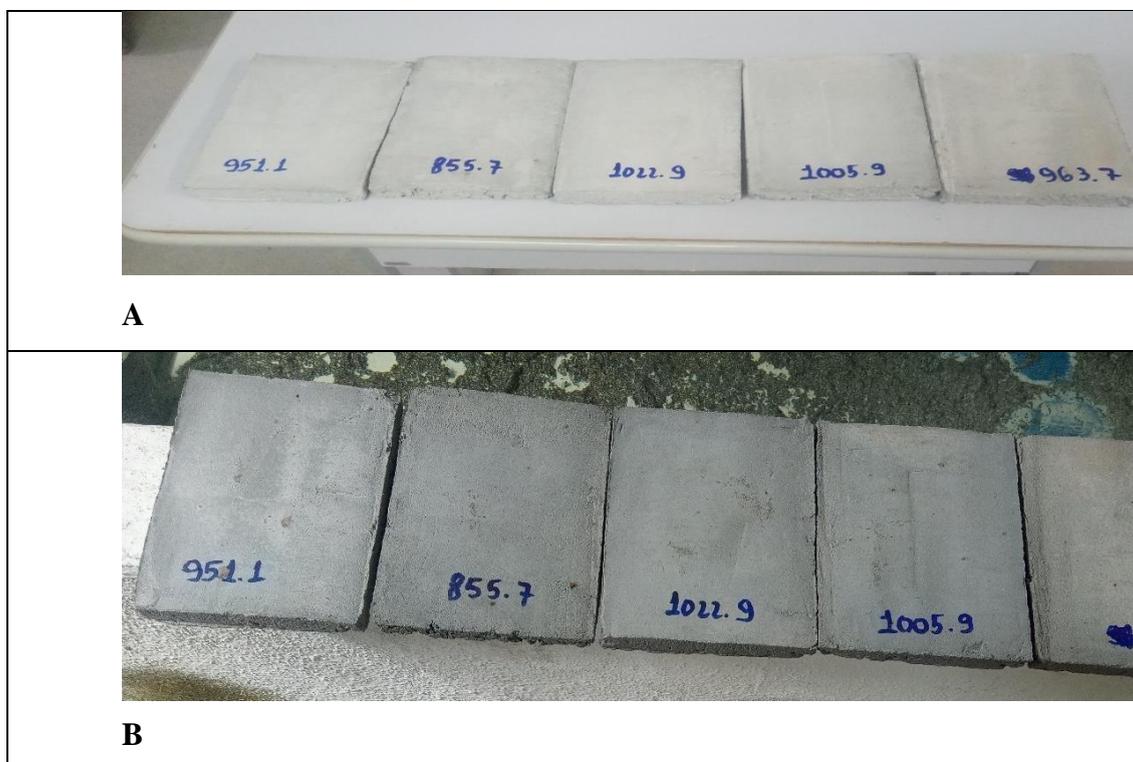
Os resultados consistem em comparações visuais da variação de cor entre os corpos de prova que receberam a amostra de geotinta e foram submetidos ao ensaio de envelhecimento acelerado na exposição de chuva dirigida e apresentam as observações visuais do desgaste da geotinta nas peças.

Determinação do desempenho das geotintas 1º grupo de amostras

### 4.1 Ensaio de simulação à exposição de chuva dirigida.

Testemunha sem tinta T0; Após exposição da chuvas dirigidas de meia hora no equipamento, o T0 não apresentou modificação no corpo de prova, como mostra a figura 7. O tratamento que não fora pintado com a geotinta, será a testemunha, para as análises de comparação visual do corpo de prova.

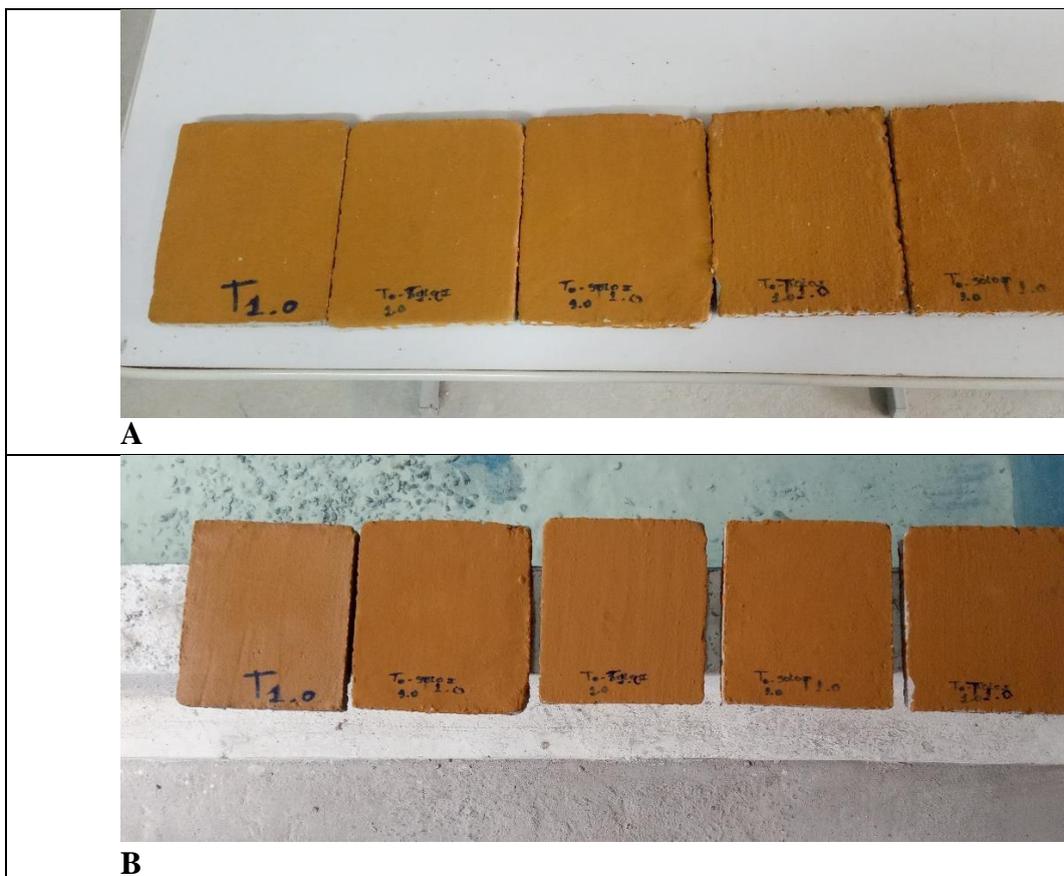
Figura 7- T0 testemunha sem tinta na exposição de chuva dirigida no 1º grupo de amostras.



- Amostra de tinta T1.0, feita com cola branca PVA, e água na figura 8; Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora

Após exposição a chuva dirigidas as medições de meia hora no equipamento, o T1.0 não apresentou variação de cor, obteve tonalidade mostarda em grão de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações de cor da amostra de tinta.

Figura 8- Corpos de prova pintados com tinta T1.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.

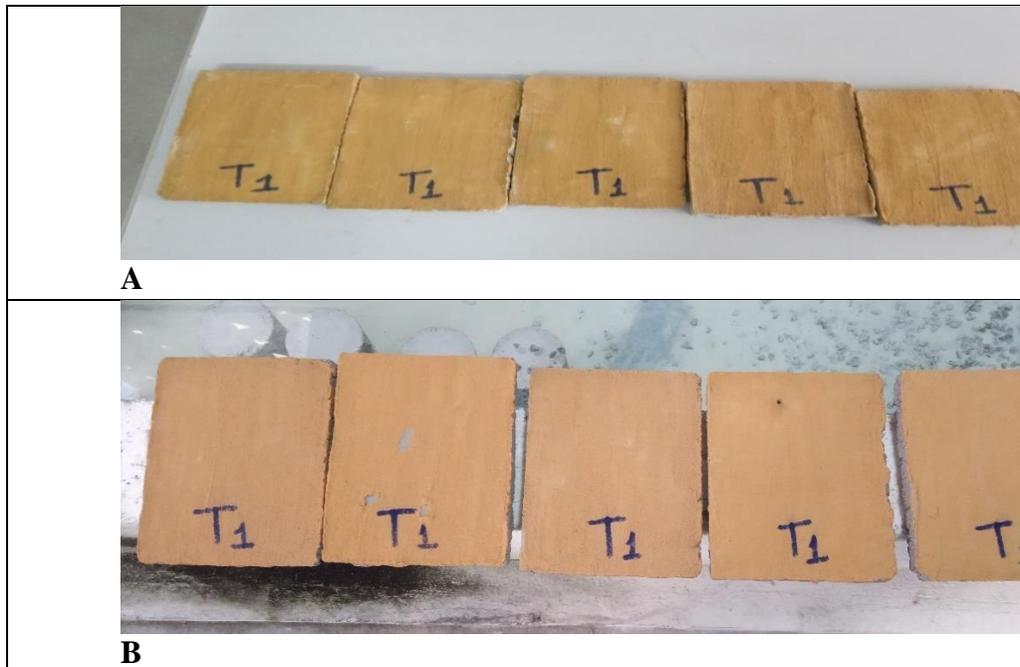


Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora

Amostra de tinta T1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 9; Após exposição a chuva dirigidas as medições de meia hora no equipamento, o T1.0 apresentou leve escurecimento variação de cor do amarelo palha, obteve tonalidade damasco de forma homogênea em todo o substrato e apontou desgaste em parte do corpo de prova 2 de tinta na figura B. Portanto, notaram-se resultados negativos, apresentando desgaste na amostra ou seja, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados negativos,

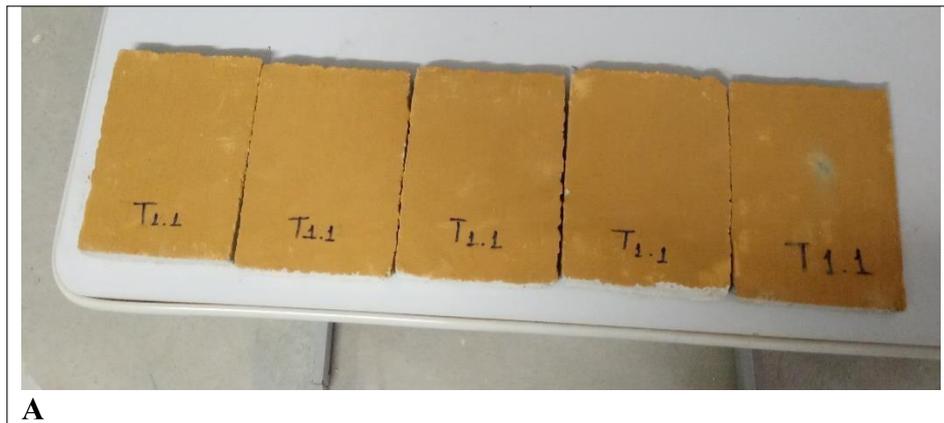
pois foram observadas alterações no substrato, ou variações de cor da amostra de tinta.

Figura 9- Corpos de prova pintados com tinta T1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



Amostra de tinta T1.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 10; Após exposição a chuva dirigidas as medições de meia hora no equipamento, o T1.1 apresentou leve escurecimento variação de cor do amarelo palha, obteve tonalidade damasco de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados negativa, pois foram observadas alterações no substrato, ou variações de cor da amostra de tinta. / Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora

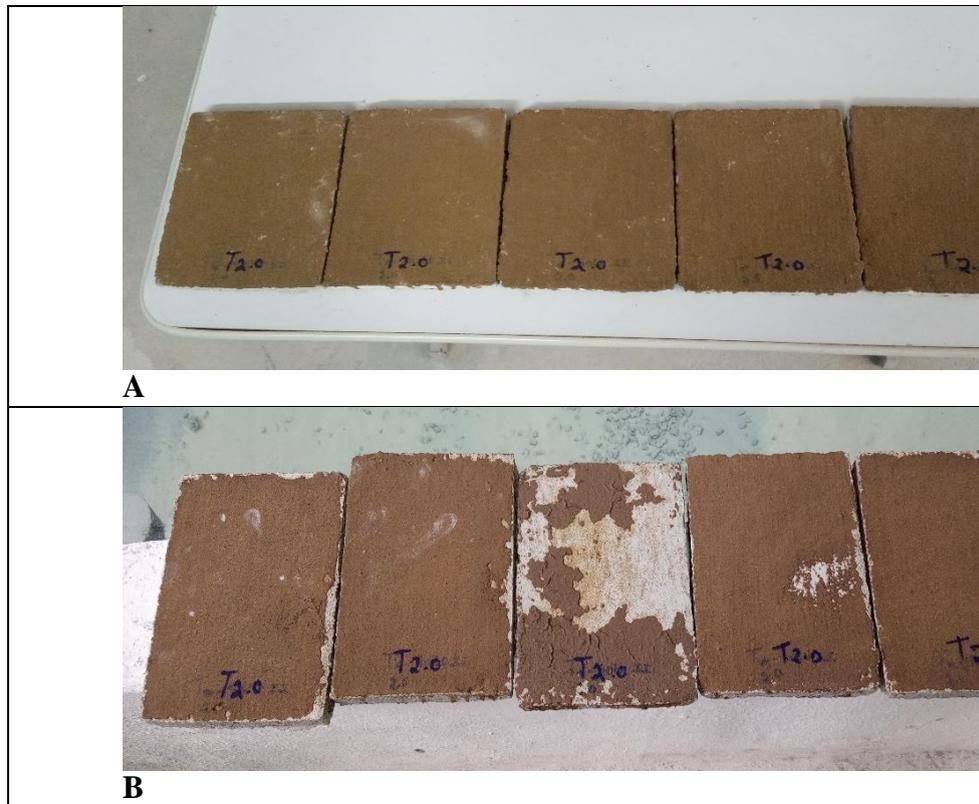
Figura 10- Corpos de prova pintados com tinta T1.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2.0, feita com cola branca PVA, sem bentonita e água na figura 11; Após exposição a chuva dirigidas as medições de meia hora no equipamento, o T2.0 não apresentou variação de cor do marrom de forma homogênea em todo o substrato e apontou desgaste em parte do corpo de prova 3 de tinta na figura B. Portanto, notaram-se resultados negativos, apontou desgaste na amostra, porém não foram observadas alterações variações de cor da amostra.

Figura 11- Corpos de prova pintados com tinta T2.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.

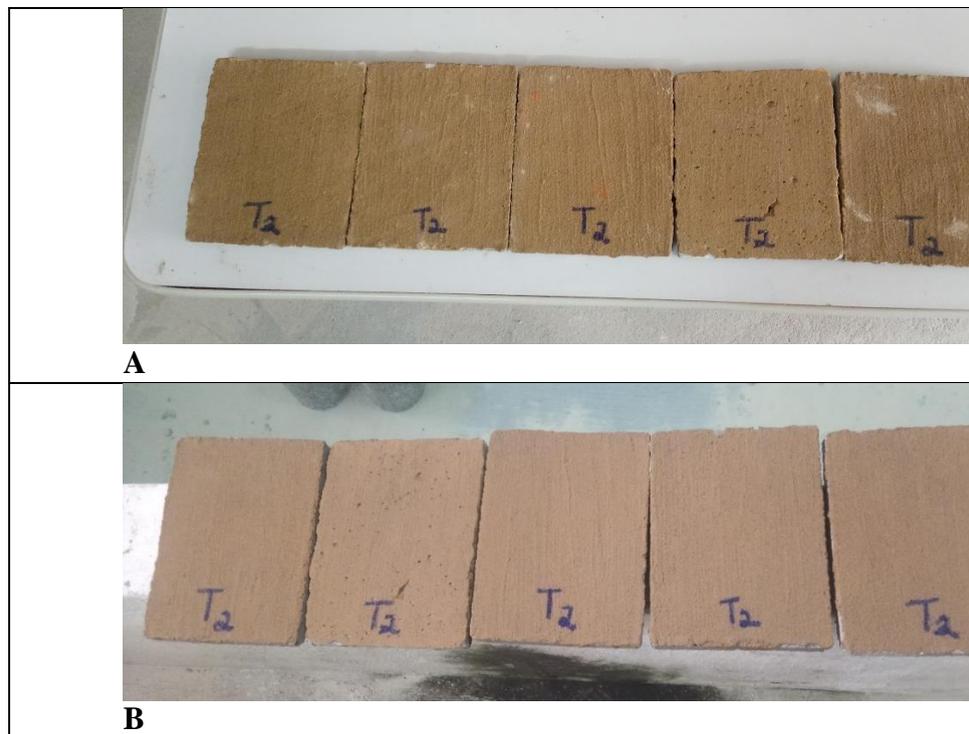


*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 12;

Após exposição a chuva dirigidas as medições de meia hora no equipamento o T2 apresentou leve clareamento variação de cor, atingindo tonalidade acinzentada de forma homogênea em todo o substrato ou seja, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações no substrato nem variações de cor da amostra de tinta.

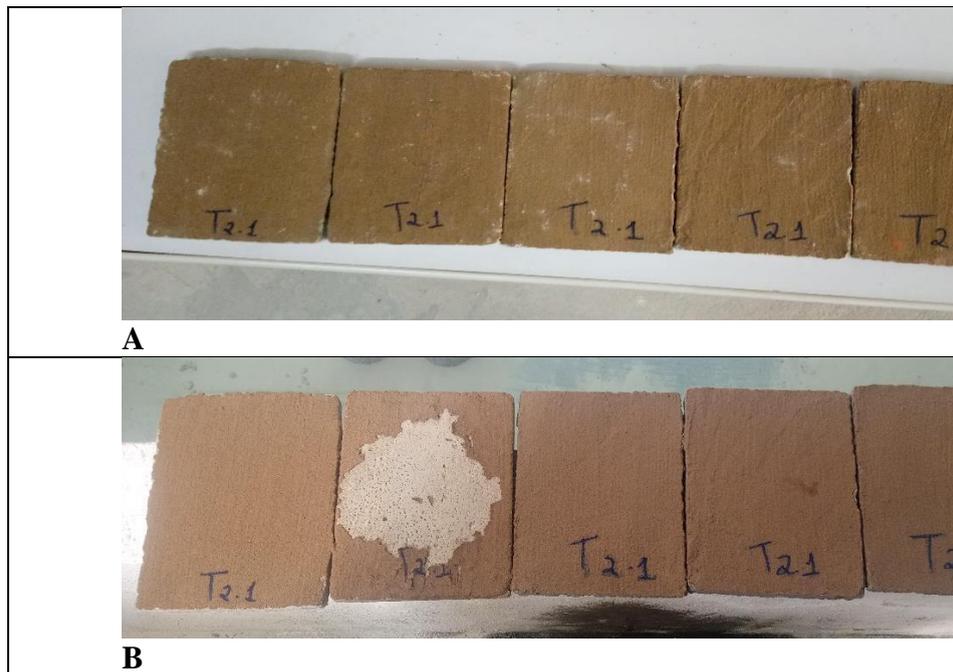
Figura 12- Corpos de prova pintados com tinta T2 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 13; Após as medições de meia hora no equipamento, o T2.1 apresentou leve clareamento variação de cor, atingindo tonalidade acinzentada de forma homogênea em todo o substrato e apontou desgaste em parte do corpo de prova 2 de tinta na figura B. Portanto, notaram-se resultados negativos, apresentando desgaste nas amostras ou seja, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados negativos, pois foram observadas alterações da amostra de tinta.

Figura 13- Corpos de prova pintados com tinta T2.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora

Amostra de tinta T3.0, feita com cola branca PVA, sem bentonita e água na figura 14A; Após as medições de meia hora no equipamento, o T3.0 não apresentou variação de cor, mas, como mostrado na figura 14B, apresentaram desgaste nas bordas.

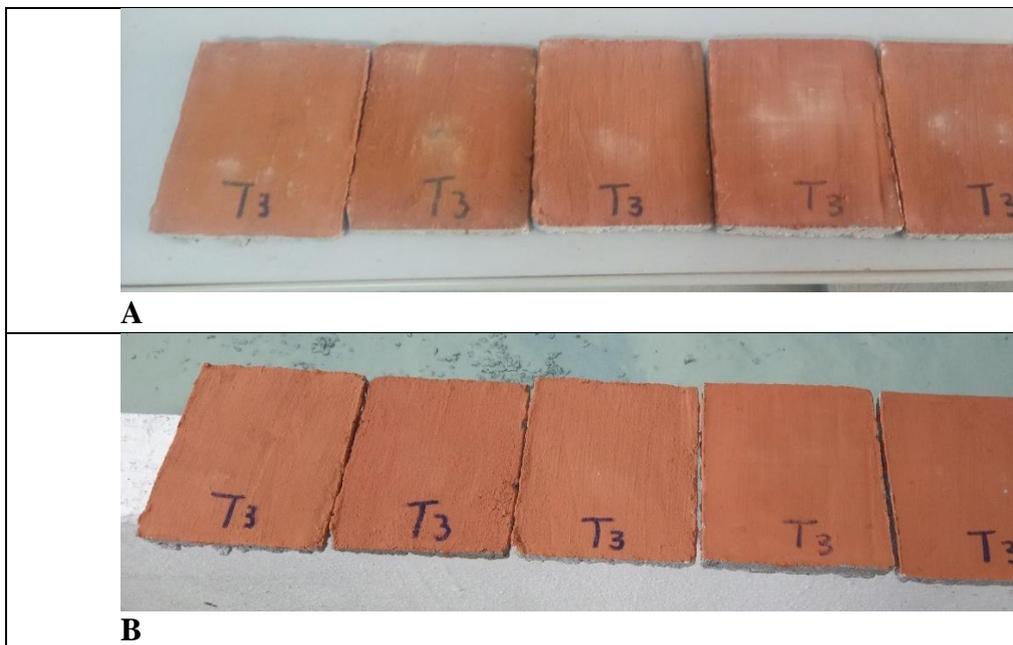
Figura 14- Corpos de prova pintados com tinta T3.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T3, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 15; Após as medições de meia hora no equipamento, o T3 não apresentou variação de cor, obteve tonalidade vermelho de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações no substrato nem variações de cor da amostra de tinta.

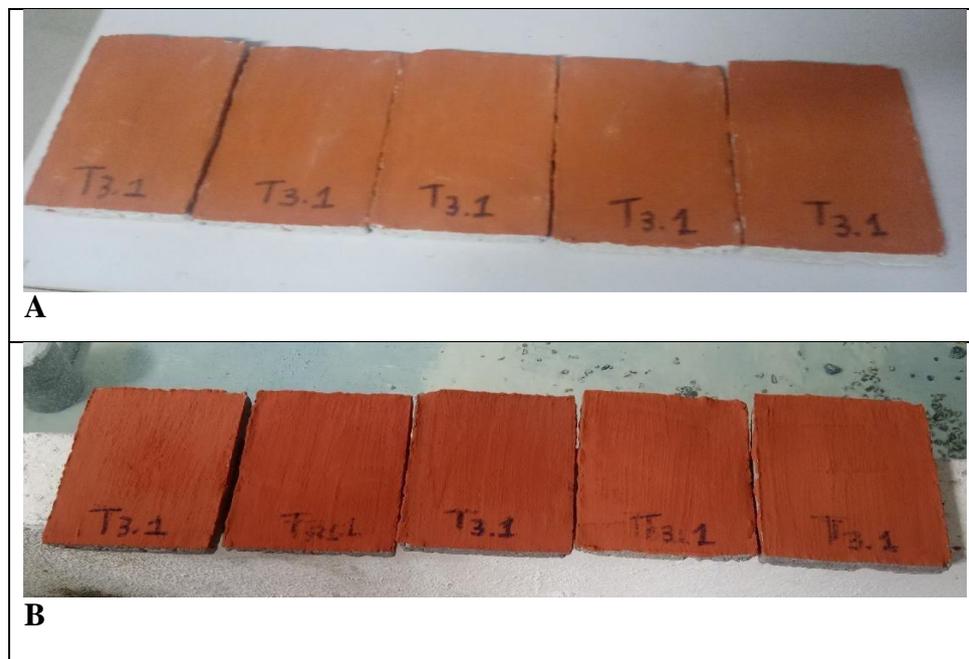
Figura 15- Corpos de prova pintados com tinta T3 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T3.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 16; Após as medições de meia hora no equipamento, o T3.1 não apresentou variação de cor, obteve tonalidade vermelho de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações no substrato ou variações de cor da amostra de tinta.

Figura 16- Corpos de prova pintados com tinta T3.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

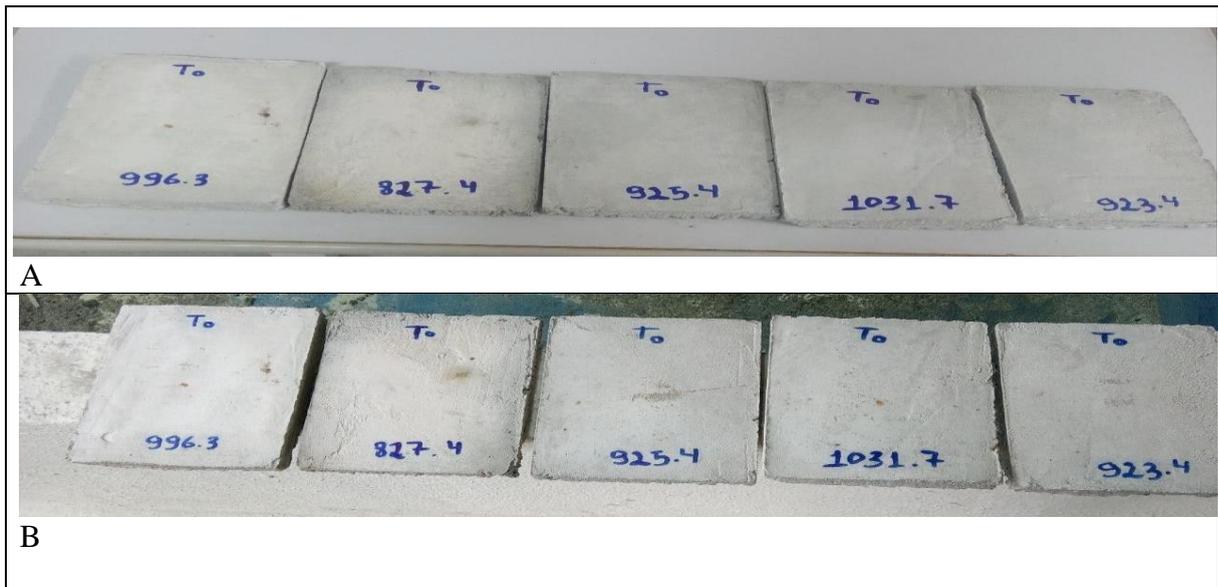
## 2º grupo de amostras

### **Ensaio de simulação à exposição de chuva dirigida, seguida na estufa 105°C.**

- T0 testemunha sem tinta; Após exposição da chuva dirigidas de meia horas no equipamento, o T0 não apresentou modificação no corpo de prova, como mostra a figura

17. O tratamento que não fora pintado com a geotinta, será a testemunha, para as análises de comparação visual do corpo de prova.

Figura 17- T0 testemunha sem tinta.na exposição de chuva dirigida no 2º grupo de amostras.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T1.0, feita com cola branca PVA, sem bentonita e água na figura 18; Após as medições de meia hora no equipamento, o T1.0 apresentou variação de cor tom dourado, atingindo tonalidade mostarda em grão de forma homogênea em todo o substrato.

Figura 18- Corpos de prova pintados com tinta T1.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 19; Após as medições de meia hora no equipamento, o T1 apresentou variação de cor tom dourado, atingindo tonalidade mostarda em grão de forma homogênea em todo o substrato.

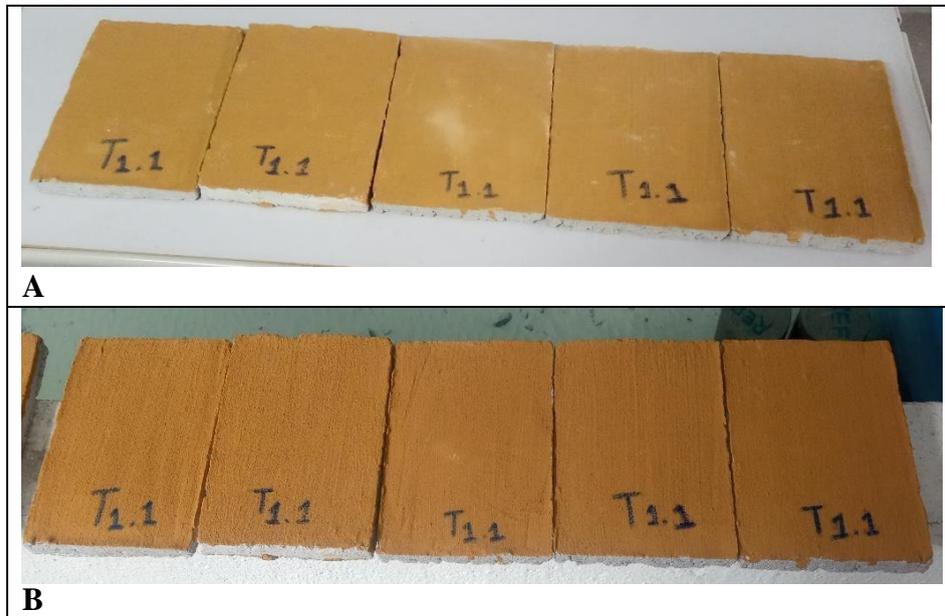
Figura 19- Corpos de prova pintados com tinta T1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T1.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 20; Após as medições de meia hora no equipamento, o T1.1 não apresentou variação de cor. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados positivos, pois não foram observadas alterações no substrato ou variações de cor da amostra de tinta.

Figura 20- Corpos de prova pintados com tinta T1.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2.0, feita com cola branca PVA, sem bentonita e água na figura 21; Após as medições de meia hora no equipamento, o T2.0 apresentou escurecimento variação de cor, atingindo tonalidade acinzentada escura de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados negativos, pois foram observadas alterações no substrato, ou variações de cor da amostra de tinta.

Figura 21- Corpos de prova pintados com tinta T2.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 22; Após a primeira medição de meia hora no equipamento, o T2 não apresentou variação de cor, e parte do corpo de prova 3 apontou desgaste de tinta em lado da borda na figura B. Portanto, notaram-se resultados positivos, mesmo apresentando desgaste na amostra de tinta.

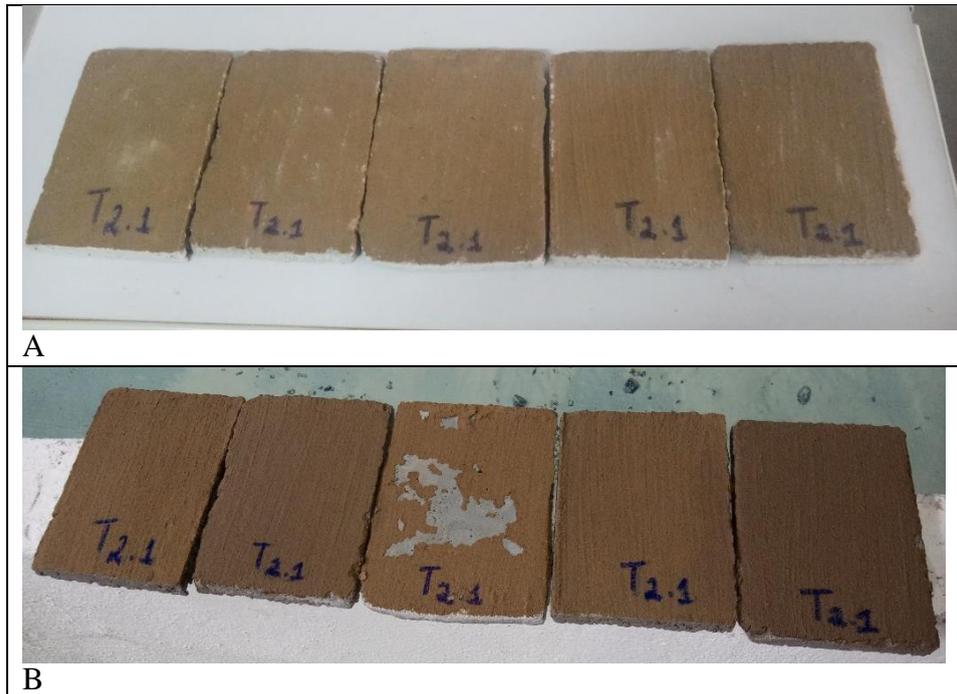
Figura 22- Corpos de prova pintados com tinta T2 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T2.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 23; Após as medições de meia hora no equipamento, o T2.1 não apresentou variação de cor, mas no meio do corpo de prova 3 apontou desgaste de tinta na figura B. Portanto, notaram-se resultados positivos, mesmo apresentando desgaste na amostra de tinta.

Figura 23- Corpos de prova pintados com tinta T2.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T3.0, feita com cola branca PVA, sem bentonita e água na figura 24;

Após as medições de meia hora no equipamento, o T3.0 não apresentou variação de cor, obteve tonalidade vermelho de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na figura B, comparação visual do corpo de prova 2 e 5 foram observadas alterações no substrato apontou manchas no meio nas amostras. Portanto, notaram-se resultados positivos, mesmo apresentando manchas nas amostras de tintas.

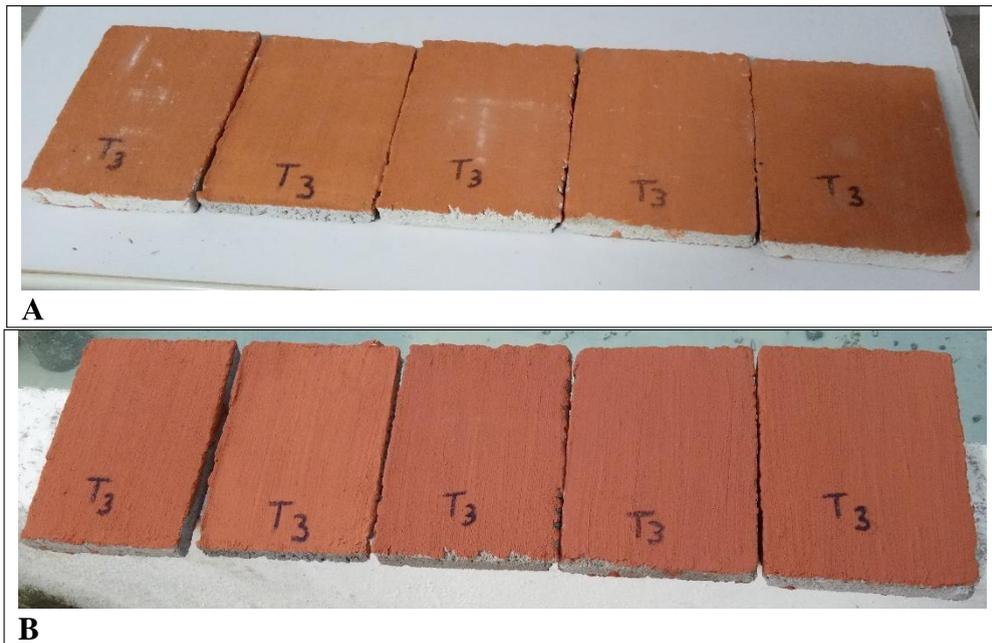
Figura 24- Corpos de prova pintados com tinta T3.0 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.



*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T3, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 25; Após as medições de meia hora no equipamento, apresentou variação de cor tom caramelo, atingindo tonalidade vermelho telha nova de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova notaram-se resultados negativos, pois foram observadas alterações no substrato, ou variações de cor da amostra de tinta.

Figura 25- Corpos de prova pintados com tinta T3 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.

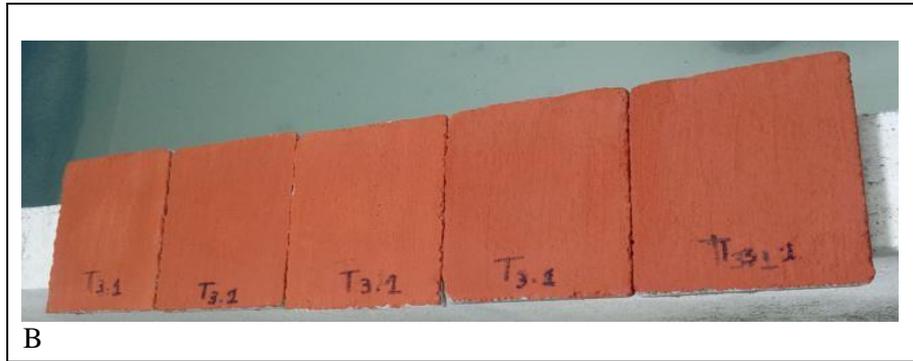


*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

Amostra de tinta T3.1, feita com cola branca PVA, com bentonita e água na figura 26; Após as medições de meia hora no equipamento, o T3.1 não apresentou variação de cor, obteve tonalidade vermelho telha de forma homogênea em todo o substrato. Portanto, na comparação visual do corpo de prova, observadas não alterações na cor. Portanto, notaram-se resultados positivos, nas amostras.

Figura 26- Corpos de prova pintados com tinta T3.1 (a) antes e (b) depois do teste de exposição da chuva dirigidas.





B

*Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora*

O destacamento da pintura é um problema facilmente notado nas amostras pesquisadas, onde a falta de aderência do produto à superfície a qual foi aplicada resultou numa patologia esteticamente desagradável. De acordo com Freire (2012), este problema pode ser provocado por diversos fatores, incluindo a preparação da superfície antes da aplicação, a qualidade da tinta, presença de umidade pela falta de impermeabilização ou pelo contato com água em excesso, falta ou excesso de solvente para diluição da tinta, entre outros.

## 4.2 Discussão Estatística

Foram avaliados os seguintes parâmetros dos corpos de prova ensaiados: perda de massa das tintas conforme constam na Tabela 5. Não foram verificadas diferenças significativas nos parâmetros analisados, ao comparar os resultados dos corpos de prova nos diversos tempos de envelhecimento. Por esta razão, estão apresentados na Tabela 5 os valores médios e respectivos desvios padrão dos corpos de prova com revestimento e sem revestimento, considerando os tempos de envelhecimento conjuntamente, isto é, 24 horas na estufa e meia hora na exposição chuva dirigidas.

Tabela 5- Perda de massa das placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0; T1.0; T1 e T1.1) e submetidas às temperaturas de 50°C e 105°C.

Temperaturas (°C)		
Tintas	50°C	105°C
T0-Testemunha	0. 2140 bB	1. 9480 aA
T1.0	0. 9580 ab	1. 5460 abA
T1	0. 0980 bB	0. 8420 cA
T1.1	0. 2100 bB	1. 2040 bcA

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ) CV%=29,87

Fonte: Elaboração própria da pesquisadora

Observou-s desgaste e alteração da cor das amostras, de forma distinta dos corpos de prova que não possuíam revestimento, indicando, possivelmente, que a geotinta funciona como película ou barreira, protegendo o corpo de prova de cimento. Ressalta-se que perda da massa com desgaste foram observados apenas nas extremidades da amostra, onde há pouca inserção da tinta, ou seja, fica mais passível de ocorrer desprendimento da tinta. Com isto, a superfície de cimento revestido, permanece protegido, causando apenas desgastes mínimos nas extremidades do corpo de prova. Nesse caso, a perda de massa do material revestido é quase que imperceptível.

Tabela 6- Perda de massa de placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0;T2.0;T2 e T2.1) e submetidas as temperaturas de 50°C e 105°C.

Temperaturas (°C)		
Tintas	50°C	105°C
T0-Testemunha	0. 2140 bB	1. 9480 aA
T2.0	1. 7740 aA	1. 1740 bB
T2	1. 0820 aA	1. 3380 abA
T2.1	1. 0880 aA	1. 1000 bA

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ) CV%=34,81

Fonte: Elaboração própria da pesquisadora

A análise da perda percentual das massas das amostras permitiu verificar que, com a tinta a variação de massa é quase imperceptível, ou seja, a tinta protegeu a superfície o corpo de prova durante a exposição ao meio agressivo. Já as peças sem revestimento houve perda de massa considerável como mostrado na tabela 6, observou-se na exposição da chuva dirigidas. Esse fato evidencia que a perda de massa nesses corpos, onde não havia proteção com revestimento de tinta passado corretamente.

Tabela 7- Perda de massa de placas de cimento pintadas com diferentes tintas (T0;T3.0;T3 e T3.1) e submetidas as temperaturas de 50°C e 105°C.

Temperaturas (°C)		
Tintas	50°C	105°C
T0-Testemunha	0. 2140 bB	1. 9480 aA
T3.0	1. 6600 aA	1. 7920 aA
T3	1. 7080 aA	0. 5840 bB
T3.1	1. 8680 aA	0. 6640 bB

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ )  $CV\% = 31,94$

Fonte: Elaboração própria da pesquisadora

Na análise de perda percentual de massa, utilizando os dados obtidos no decorrer do experimento, foi possível perceber que os corpos de prova com revestimento de tintas na superfície pouco sofreram tipo de ataque desgaste em relação de exposição de chuva dirigidas.

Através do desvio de variação é possível perceber que no início do processo o desvio é pequeno, apresentando um aumento no final da exposição dos meios utilizados, ou seja, não houve perda significativa de massa. Já as peças sem revestimento apresentam um desvio de variação sucessivo crescente, indicando que houve uma perda significativa de massa utilizando os respectivos meios de exposição.

Percebe-se que o desvio-padrão da tabela 5 é menor 0.87750 que o da tabela 6 é 1.21475 e também tabela 7 média 1.30475, mas o coeficiente de variação da tabela 6 é maior que o da tabela 5 e 7. Assim, quando comparamos as três tabelas em relação à média de cada uma, a tabela 6 possui maior variabilidade que as tabelas 5 e 7."

## 5. CONCLUSÕES

A bentonita demonstrou ser um aditivo natural eficiente, proporcionando melhor desempenho da geotinta frente ao intemperismo. No entanto, sua aplicação deve respeitar as proporções estabelecidas neste estudo (10% a 30%), pois quantidades excessivas podem comprometer a trabalhabilidade e a aplicação da tinta.

A cola branca (PVA) mostrou-se um aglutinante eficaz para tintas à base de pigmentos minerais, como argila e resíduo de tijolo cerâmico. Quando associada à bentonita, atua como um aditivo secante, contribuindo para a adesão e fixação da tinta às superfícies.

A geotinta revelou-se uma alternativa sustentável e economicamente viável para a pintura de edificações e paisagens rurais. No entanto, há necessidade de pesquisas adicionais voltadas ao aprimoramento da formulação, especialmente no que diz respeito à escolha de aglutinantes que possam minimizar possíveis patologias, como fissuração e desgaste precoce, observadas em condições de exposição intensa à radiação solar e à umidade.

Os ensaios de envelhecimento acelerado e exposição à chuva dirigida evidenciaram uma redução na rigidez do material ao longo do tempo. Além disso, a análise térmica indicou a ocorrência de dois eventos de degradação em temperaturas distintas: um abaixo de 50°C e outro acima de 105°C, confirmando a perda de massa e a alteração estrutural da tinta sob essas condições extremas.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a geotinta apresenta potencial para diversas aplicações, desde que submetida a testes adicionais que validem sua durabilidade em diferentes contextos.

O estudo contribui para a ampliação do conhecimento sobre o uso do solo na formulação de tintas ecológicas, com possíveis aplicações no setor da construção civil. Além disso, destaca-se a importância do correto gerenciamento dos resíduos gerados no processo produtivo, minimizando impactos ambientais e promovendo soluções sustentáveis.

Por fim, constatou-se que, em ambientes internos protegidos do intemperismo, a geotinta apresenta desempenho satisfatório, reforçando sua viabilidade como uma alternativa prática e sustentável para revestimentos, garantindo benefícios estéticos, econômicos e ambientais.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-1**. Desempenho Térmico para edificações —Parte 3 : : Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Assoc. Bras. Normas Técnicas. 2005.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 1538**. Tintas para construção civil – Métodos de avaliação do desempenho de tintas para edificações não industriais. Rio de Janeiro. Assoc. Bras. Normas Técnicas. 2015.

AMORIM, P. da S.; LIMA, D. da S.; ALVES, J. I. P.; EMÍDIO, R. A.; MATOS, E. M. B.; SOARES, C. L. de O.; ANJOS, N. Y. M. dos; MEDEIROS, D. H. R.; COSTA, D. de F.; SILVA, D. C. da; SANTOS, R. V. dos; VITAL, A. de F. M. Oficina ‘a arte da Geotinta, o solo como musa inspiradora’. **Caderno Impacto em Extensão**, Campina Grande, v. 3, n. 1, 2023.

ARAÚJO, E. F. B. De. **Diagnóstico do Cariri paraibano como base para planejamento de paisagens agrícolas sustentáveis**. Monografia (Graduação em Agronomia). Areia:UFPB/CCA, 2023. 38 f.

BUAINAIM, A. M.; ROMEIRO, A. A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção. Projeto: UTF/BRA/051/BRA, 2000.

CARVALHO, AF; HONÓRIO, L. De M.; ALMEIDA, M.R de; SANTOS, P.C dos.; QUIRINO, P.E. **Cores da Terra: Fazendo tinta com terra**. Universidade Federal de Viçosa ProgramaTEIA. Programa Cores da Terra. Viçosa, 2007.

CASTELNOU, A. M. N. **Ecotopias urbanas**. Curitiba: Tese de Doutorado (Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2005.

CILLIS, G.; STATUTO, D.; PICUNO, P. Vernacular Farm Buildings and Rural Landscape: A Geospatial Approach for Their Integrated Management. **Sustainability**, v.12, n.4, p.1-19, 2020.

COSTA, M. S. B. da. et al. O consumo de orgânicos: reflexões para sua popularização como fomento à agricultura sustentável. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 5, n. 13, p. 119-128, 2019.

DUPONT, L.; OOMS, K.; ANTROP, M.; VAN ETVELDE, V. Testing the validity of a saliency-based method for visual assessment of constructions in the landscape. **Landscape and Urban Planning**, v.167, p.325-338, 2017.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. **In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS DOMICILIARES**, São Paulo. Disponível em: [www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br). Acesso em: 12 abr. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. p. 212.

HALFELD, F. B.; ROSSI, A. M. G. **A sustentabilidade aplicada a projetos de moradias através do conceito de habitabilidade**. NUTAU. São Paulo, 2002. p. 973-979.

HOWLEY, P.; DONOGHUE, C. O.; HEANUE, K. Factors Affecting Farmers' Adoption of Agricultural Innovations: A Panel Data Analysis of the Use of Artificial Insemination among Dairy Farmers in Ireland. **Agricultural Science**, v.4, n.6, p.171-179, 2012.

HUSSAIN, N. H. M.; BYRD, H. Towards a Compatible Landscape in Malaysia: An Idea, Challenge and Imperatives. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v.35, p.275-283, 2012.

IMERYS. Minerais e mais. Bentonita. Paris, 2022. Disponível em: <https://www.imerys.com/minerals/bentonite>. Acesso em: 25/07/2023.

LARCHER, F.; NOVELLI, S.; GULLINO, P.; DEVECCHI, M. Planning rural landscapes: a participatory approach to analyse future scenarios in Monferrato

Astigiano, Piedmont, Italy. **Landscape Research**, v.38, n.6, p.707-728, 2013.

LI, Q.; WUMAIER, K.; ISHIKAWA, M. The Spatial Analysis and Sustainability of Rural Cultural Landscapes: Linpan Settlements in China's Chengdu Plain. **Sustainability**, v.11, n.1, p.1-20, 2019.

LIU, S.; YIN, Y.; LI, J.; CHENG, F.; DONG, S.; ZHANG, Y. Using cross-scale landscape connectivity indices to identify key habitat resource patches for Asian elephants in Xishuangbanna, China. **Landscape & Urban Planning**, v.171, p.80-87, 2018.

LO, M. C.; CHIN, C. H.; LAW, F. Y. Tourists' perspectives on hard and soft services toward rural tourism destination competitiveness: Community support as a moderator. **Tourism and Hospitality Research**, p.1-19, 2017.

LOPES, M. **Cr terios para realiza o de pintura de alvenarias em ambientes n o agressivos**. 2012. Dispon vel em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/86.pdf>>. Acesso em: mar 2021.

PALMISANO, G. O.; LOISI, R. V.; RUGGIERO, G.; ROCCHI, L.; BOGGIA, A.; ROMA, R.; SASSO, P. dal. Using Analytic Network Process and Dominance-based Rough Set Approach for sustainable requalification of traditional farm buildings in Southern Italy. **Land Use Policy**, v. 59, n. 31, p. 95-110. 2016.

PIALOT, O.; MILLET, D. Towards operable criteria of eco-innovation and eco-ideation tools for the early design phases. **Procedia CIRP**, v. 69, p. 692-697, 2018.

NOGUEIRA, M. C. DE J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. de S. Conforto t rmico na escola p blica em Cuiab -MT: estudo de caso. *Revista eletr nica Mestrado Educa o Ambiental*, v.14, p.37 – 49, jan. / jun. 2005.

PICUNO, P.; CILLIS, G.; STATUTO, D. Investigating the time evolution of a rural landscape: How historical maps may provide environmental information when processed using a GIS. **Ecological Engineering**, v.139, p.1-16, 2019.

QGIS. **Software QGIS versão 3.12**. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ROBINSON, S.; SYUBBERUD, H. A. Green innovation in Germany: a comparison by business size. *Journal of International Business Research*, Arden, v. 12, n. 1, p. 47-56, 2013.

SALDANHA, N.M.O. **Avaliação da potencialidade de utilização de um solo da cidade de Pau dos Ferros para a fabricação de geotintas**. 54f. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros –RN.

VITAL, A. de F. M.; FURTADO, A. H. S. e.; QUINTANS, T. da S.; FREITAS, V. F.; COSTA, T.C. dos S.; FARIAS, E. S. b. de. **Educação em Solos na Escola Agrotécnica de Sumé: pintura com terra**. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE. 2011.

VITAL, A. F. M., CAVALCANTE, F. L., ARAÚJO, J. M. M., BARBOSA I. S., OLIVEIRA D. S., AZEVEDO. G. H. Uso não agrícola do solo: a tinta de terra como inovação tecnológica e sustentável. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, 12(2), 144-151. 2018a.

VITAL, A. F. M., CAVALCANTE, F. L., BARBOSA, I. S., OLIVEIRA, D. S., FEITOSA, J. F. F., & SANTOS, R. V. Tons da terra e o uso da geotinta para popularizar a Ciência do Solo. In: Francisco, P. R. M., Santos, R. F., Vital, A. F. M.; Santos, R. V. (Orgs.). *Solos: estudo e aplicações*. Campina Grande, PB: EPGRAF. (cap. 11, 105-116). 2018b.

USP. **A construção civil e o meio ambiente: meio ambiente, um grande problema**. Textos técnicos. Disponível em: [www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br). Acesso em: 05 fev. 2022.

UZÊDA, M. C.; TAVARES, P. D.; ROCHA, F. I.; ALVES, R. C. Paisagens agrícolas multifuncionais: intensificação ecológica e segurança alimentar. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

YAMAKI, H. Metodologia de identificação e avaliação de paisagem cênica etnográfica: uma proposta. Colóquio Ibero-Americano: Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto, 4, 2016, Belo Horizonte, **Anais** [...]. Belo Horizonte: ICOMOS, 2016.

ZAKARIYA, K.; IBRAHIM, P. H.; WAHAB, N. A. A. Conceptual Framework of Rural Landscape Character Assessment to Guide Tourism Development in Rural Areas. **Journal of Construction in Developing Countries**, v.24, n.1, p.85–99, 2019.

ZHANG, H.; SHI, Y.; XU, X.; ZHANG, M.; MA, L.. **Structure Regulation of Bentonite-Alginate Nanocomposites for Controlled Release of Imidacloprid**. ACS Omega, 2020.

ZUFFO, É. R. de M. Pioneiros modernos: verticalização residencial em Higienópolis. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Mackenzie. São Paulo, 2012.

**ANEXOS**

=====

ASSISTAT Versão 7.7 pt (2023) - Homepage <http://www.assistat.com>  
 Por Francisco de A. S. e Silva - UPCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017

=====

Arquivo temporário Data 09/08/2023 Hora 14:43:02

EXPERIMENTO FATORIAL

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	3.76789	1.25596	18.2779 **
Fator2 (F2)	1	10.30225	10.30225	149.9272 **
Int. FlxF2	3	1.93293	0.64431	9.3766 **
Tratamentos	7	16.00307	2.28615	33.2701 **
Resíduo	32	2.19888	0.06871	
Total	39	18.20195		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	P
3	32	4.4604	18.2779	<.0001
1	32	7.5004	149.9272	<.0001
3	32	4.4604	9.3766	<.0001
7	32	3.2593	33.2701	<.0001

Fator 1 - Tintas

Fator 2 - Temperaturas

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	1.08100 a
2	1.25200 a
3	0.47000 b
4	0.70700 b

dms = 0.31728

Médias do fator 2

1	0.37000 b
2	1.38500 a

dms = 0.16896

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Fator 1 x Fator 2 (AxB)

A	B	
	B1	B2
A1	0.2140 bB	1.9480 aA
A2	0.9580 aB	1.5460 abA
A3	0.0980 bB	0.8420 cA
A4	0.2100 bB	1.2040 bcA

dm para colunas = 0.4487      dm para linhas = 0.3379  
 Classific.c/letras minúsculas      Classific.c/letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 0.87750

CV% = 29.87

Ponto médio = 1.41500

## Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.92201	0.00891	Não

## DADOS

.12	.10	.22	.31	.32
1.89	2.79	1.69	1.78	1.59
1.19	.87	.80	.88	1.05
1.11	1.13	2.16	1.66	1.67
.13	.08	.10	.07	.11
.96	1.00	.61	.77	.87
.17	.14	.04	.06	.64
1.21	1.13	1.25	1.22	1.21

## OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando  $F$  se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

## SIGLAS E ABREVIATÖES

FV = Fonte de variaçãõ    GL = Graus de liberdade  
SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
CV% = Coeficiente de variaçãõ em %  
dms = Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Fator 1 x Fator 2 (AxB)

A	B	
	B1	B2
A1	0.2140 bB	1.9480 aA
A2	1.7740 aA	1.1740 bB
A3	1.0820 aA	1.3380 abA
A4	1.0880 aA	1.1000 bA

dms para colunas = 0.7238      dms para linhas = 0.5451  
 Classific.c/letras minúsculas      Classific.c/letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 1.21475

CV% = 34.81

Ponto médio = 1.51000

## Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.96079	0.17830	Sim

## DADOS

.12	.10	.22	.31	.32
1.89	2.79	1.69	1.78	1.59
1.27	1.48	2.92	1.58	1.62
.79	.93	1.29	1.77	1.09
1.10	1.01	1.03	1.46	.81
1.44	1.39	.90	1.23	1.73
1.05	1.96	.84	.76	.83
1.17	.74	1.75	1.26	.58

## OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando  $F$  se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

## SIGLAS E ABREVIACÕES

FV - Fonte de variação    GL - Graus de liberdade  
SQ - Soma de quadrado    QM - Quadrado médio  
F - Estatística do teste F    MG - Média geral  
CV% - Coeficiente de variação em %  
dms - Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

=====

ASSISTAT Versão 7.7 pt (2023) - Homepage <http://www.assistat.com>  
 Por Francisco de A. S. e Silva - UFG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017

=====

Arquivo temporário Data 09/08/2023 Hora 14:51:43

EXPERIMENTO FATORIAL

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	2.54219	0.84740	4.8783 **
Fator2 (F2)	1	0.13340	0.13340	0.7680 ns
Int. F1xF2	3	14.20953	4.73651	27.2670 **
Tratamentos	7	16.88512	2.41216	13.8862 **
Resíduo	32	5.55868	0.17371	
Total	39	22.44380		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	P
3	32	4.4604	4.8783	0.0066
1	32	0.001	0.767967	0.3872
3	32	4.4604	27.267	<.0001
7	32	3.2593	13.8862	<.0001

Fator 1 = Tintas

Fator 2 = Temperaturas

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	1.08100	b
2	1.72600	a
3	1.14600	b
4	1.26600	ab

dms = 0.50446

Médias do fator 2

1	1.36250	a
2	1.24700	a

dms = 0.26864

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Fator 1 x Fator 2 (AxB)

A	B	
	B1	B2
A1	0.2140 bB	1.9480 aA
A2	1.6600 aA	1.7920 aA
A3	1.7080 aA	0.5840 bB
A4	1.8680 aA	0.6640 bB

dms para colunas = 0.7134      dms para linhas = 0.5373  
 Classific.c/letras minúsculas      Classific.c/letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 1.30475

CV% = 31.94

Ponto médio = 1.41500

## Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.94046	0.03583	Não

## DADOS

.12	.10	.22	.31	.32
1.89	2.79	1.69	1.78	1.59
1.63	1.43	1.98	1.64	1.62
2.25	2.00	1.55	1.60	1.56
2.79	.67	1.51	2.01	1.56
.41	1.06	.45	.38	.62
1.59	1.52	1.69	2.42	2.12
.69	.52	.04	.94	1.13

## OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

## SIGLAS E ABREVIATÖES

FV - Fonte de variação    GL - Graus de liberdade  
SQ - Soma de quadrado    QM - Quadrado médio  
F - Estatística do teste F    MG - Média geral  
CV% - Coeficiente de variação em %  
dms - Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho - 12