

VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SOLOS AMAZÔNICOS PARA PRODUÇÃO DE TINTAS ECOLÓGICAS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

MURILO FERREIRA DOS SANTOS¹ e TORBEN ULISSES DA SILVA CARVALHO²

¹Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho, Oriximiná-Pará, mullasantos@gmail.com;

²Engenheiro de Materiais, Mestrando em Engenharia Industrial; UFPA, Belém-PA, torbenusc@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
06 a 09 de outubro de 2025

RESUMO: Esta pesquisa avaliou a viabilidade técnica da utilização de solos da região de Manaus na formulação de tintas ecológicas aplicadas à construção civil. Foram coletadas três amostras em uma jazida local, caracterizadas quanto aos índices físicos e utilizadas em uma dosagem de 50 g de argila, 200 ml de água e 100 ml de cola branca (0,5:2:1). As tintas foram aplicadas em superfícies de madeira, gesso e concreto, submetidas a diferentes condições de exposição (externa, interna e acelerada em estufa a 110 °C) durante 300 dias. Os resultados indicaram baixo desempenho das tintas aplicadas em madeira, enquanto gesso e concreto apresentaram maior estabilidade de cor. Conclui-se que as tintas formuladas com solos argilosos amazônicos apresentam potencial de uso como alternativa sustentável às tintas industriais, sobretudo em aplicações internas.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil, solos amazônicos, tintas ecológicas, uso dos solos.

FEASIBILITY OF USING AMAZONIAN SOILS FOR THE PRODUCTION OF ECOLOGICAL PAINTS APPLIED IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT: This study evaluated the technical feasibility of using soils from the Manaus region in the formulation of eco-friendly paints for application in civil construction. Three samples were collected from a local deposit, characterized by their physical indices, and used in a dosage of 50 g of clay, 200 ml of water, and 100 ml of white glue (0.5:2:1). The paints were applied to wooden, plaster, and concrete surfaces, exposed to different conditions (outdoor, indoor, and accelerated aging in an oven at 110 °C) for 300 days. The results indicated low performance of paints applied on wood, while plaster and concrete showed greater color stability. It is concluded that paints formulated with Amazonian clayey soils have potential as a sustainable alternative to industrial paints, especially for indoor applications.

KEYWORDS: Amazonian soils, civil construction, eco-friendly paints, soil use.

INTRODUÇÃO

As tintas são películas aplicadas em superfícies, atuando como proteção contra agentes físicos, químicos e biológicos, além de contribuir para a estética. A qualidade do ar interior tem ganhado destaque, já que revestimentos convencionais podem aumentar a concentração de compostos orgânicos voláteis (COVs), afetando a saúde dos ocupantes (You et al., 2022; Holøs et al., 2019). O ambiente construído deve proporcionar conforto, e os materiais utilizados precisam harmonizar-se com o ser humano e o meio ambiente, permitindo, por exemplo, a "respiração" das paredes para melhor regulação da umidade (Lim & Maskell, 2021; Posani et al., 2025).

Tintas ecológicas surgem como alternativa sustentável, reduzindo emissões de poluentes e impactos ambientais (Kim et al., 2022; Tang et al., 2025). Além de evitarem solventes tóxicos, como formaldeído, apresentam menor risco à saúde (Ghobakhloo et al., 2023). Estudos nacionais demonstram a viabilidade de tintas à base de solo, com boa aderência e durabilidade (Oliveira, 2021; Pauliv & Madi, 2020; 2021; Silva, 2023).

Pigmentos naturais de solos e argilas, utilizados desde a Antiguidade, vêm sendo retomados por sua durabilidade e baixo impacto (Ishikawa et al., 2023; Rescic et al., 2021). No Brasil, ensaios comprovaram sua estabilidade em ambientes internos (Souza et al., 2019; Jesuino et al., 2023).

Este estudo avalia a viabilidade técnica de solos argilosos de Manaus como matéria-prima para tintas ecológicas, analisando sua aplicação em madeira, gesso e concreto, além de sua resistência em diferentes condições ao longo de 300 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

As metodologias utilizadas nesta pesquisa, tanto para as análises de caracterização dos solos coletados, quanto para a elaboração e aplicação das tintas ecológicas em superfícies selecionadas, seguiram as especificações estabelecidas em normas técnicas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), bem como em artigos científicos recentes citados neste estudo. Os principais ensaios adotados foram:

- a) ABNT NBR 6484 (2020) – Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio;
- b) ABNT NBR 9604 (2024) – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas;
- c) DNIT-ME 213/2010 – Solos – Determinação do teor de umidade;
- d) ABNT NBR 6457 (2024) – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- e) DNIT-ME 093/2010 – Solos – Determinação da densidade real;
- f) ABNT NBR 7181 (2025) – Solo – Análise granulométrica;
- g) ABNT NBR 6459 (2016) – Solo – Determinação do limite de liquidez;
- h) ABNT NBR 7180 (2016) – Solo – Determinação do limite de plasticidade;
- i) ABNT NBR 15380 (2015) – Tintas para construção civil — Avaliação de desempenho — Resistência à radiação UV e à condensação de água por ensaio acelerado.

Universo Amostral e Localização das Coletas:

Antes das coletas, foram realizadas investigações pedológicas preliminares na jazida de solo localizada no bairro Tarumã, zona oeste de Manaus, especificamente na Avenida do Turismo. As coordenadas geográficas do ponto central são: latitude 3°02'03.3"S e longitude 60°04'13.5"W.

Após análise tátil-visual in loco, foram identificados três tipos de solos, todos argilosos, com colorações distintas (amarelada, rosada e avermelhada).

A coleta dos materiais atendeu às diretrizes da ABNT NBR 9604 (2024). As amostras foram obtidas como amostras deformadas, devido ao movimento de terra já existente no local. De acordo com a norma, trata-se de amostras representativas extraídas por raspagem ou escavação, implicando na alteração de sua estrutura e compacidade natural.

Preparação das Amostras e Dosagens:

Após as análises de caracterização, as amostras foram preparadas para formulação das tintas ecológicas. O procedimento foi baseado em Costa & Sales (2018) e na ABNT NBR 15380 (2015):

- a) Utilização do material passante na peneira nº 10 (abertura de 2,0 mm), conforme ABNT NBR 6457 (2024);
- b) Peneiramento adicional na peneira nº 200 (abertura de 75 µm), separando-se 50 g de cada amostra;
- c) Dosagem com proporção de 50 g de argila, 200 ml de água e 100 ml de cola branca (0,5:2:1), misturados em bêquer com auxílio de baqueta acrílica.

Aplicação das Tintas

As três tintas formuladas foram aplicadas em diferentes superfícies: madeira, gesso e concreto. Para o concreto, foram preparadas duas condições: uma com selador e outra sem selador, conforme recomendações da ABNT NBR 15380 (2015).

Em todas as superfícies foram aplicadas duas demãos. Após secagem, os corpos de prova foram expostos em três ambientes: interno, externo e estufa a 110 °C. O desempenho foi avaliado pela

observação da intensidade das cores e resistência às condições de exposição. A Figura 1 ilustra a aplicação nas superfícies.

Figura 1. Aplicação da segunda demão da superfície de concreto com observância do selador (parte branca) esperando a secagem para ser colocados nos seus respectivos ambientes.



Ensaio Acelerado de Exposição

Para simulação de envelhecimento, as amostras foram submetidas a um ciclo acelerado em estufa a 110 °C, equivalente a aproximadamente 600 dias de exposição natural em regiões de alta temperatura (como a Amazônia).

A cada 15 dias, os corpos de prova eram retirados e imersos em água a 23 °C por 10 minutos, simulando variações de intempéries.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Granulométrica

De acordo com a NBR 7181, os ensaios granulométricos indicaram que todas as amostras apresentam elevado percentual de material passante na peneira nº 200 (75 µm), variando de ~25% (Amostra 1) a >40% (Amostra 2). Essa predominância de finos permite classificá-las como solos argilosos. Observa-se, contudo, que as curvas granulométricas das Amostras 2 e 3 apresentaram descontinuidades, evidenciando heterogeneidade do material. A Amostra 2 apresentou maior fração de finos, indicando maior plasticidade.

Limite de Liquidez (LL)

Os limites de liquidez obtidos foram elevados (37,35% a 48,86%), confirmando o caráter argiloso dos materiais. Esses valores indicam significativa capacidade de retenção de água e alta compressibilidade, características comuns em argilas utilizadas em formulações de revestimentos naturais.

Limite de Plasticidade (LP)

Os valores médios de LP atenderam aos critérios da NBR 7180, com destaque para a Amostra 1 (21,42%), representativa de solos argilosos plásticos. Apesar de variações entre as amostras, todas se enquadram em faixas compatíveis com materiais argilosos, reforçando sua potencialidade como matéria-prima para tintas.

Índice de Plasticidade e Classificação (SUCS/TRB)

Com base nos índices de plasticidade, todas as amostras foram classificadas pelo sistema TRB como A-7-6, típico de argilas plásticas de comportamento pouco favorável para obras de pavimentação, mas adequado para aplicações alternativas, como no desenvolvimento de tintas. Os Índices de Grupo variaram de 11 (Amostras 1 e 3) a 14 (Amostra 2), confirmando diferenças de plasticidade.

Elaboração e Aplicação das Tintas

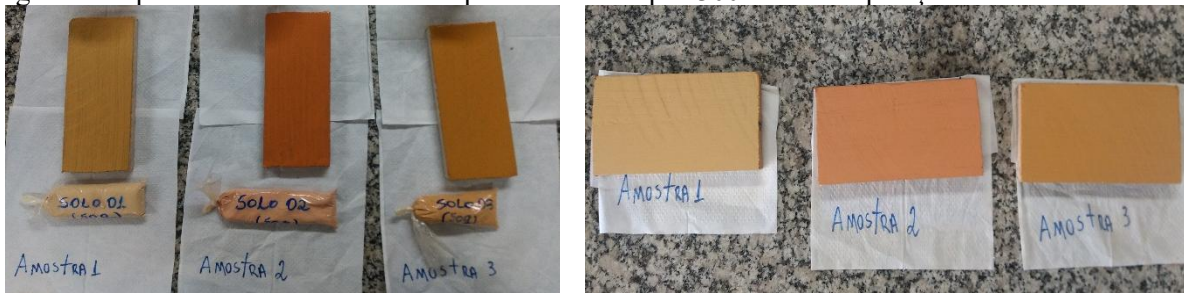
As tintas produzidas com diferentes argilas foram aplicadas em superfícies de madeira, concreto (com e sem selador) e gesso, sendo avaliadas por até 300 dias em condições interna, externa e de envelhecimento acelerado.

Madeira e concreto apresentaram maiores perdas de intensidade de cor (>50% e ~35%, respectivamente), principalmente sob exposição externa e em estufa.

Ambiente interno em gesso mostrou maior estabilidade, com apenas ~20% de alteração da cor, configurando-se como o substrato mais favorável.

A Figura 2 apresenta a evolução da aparência superficial das tintas naturais desenvolvidas, aplicadas sobre substrato de madeira, no primeiro e no último dia de ensaio, respectivamente.

Figura 2. Superfícies de madeira no seu primeiro dia e após 300 dias de exposição.



Os resultados sugerem que a durabilidade das tintas ecológicas depende fortemente do tipo de substrato e das condições ambientais, sendo o uso interno mais promissor. O processo acelerado apresentou desempenho superior ao ambiente externo, evidenciando a influência da poluição e da umidade na degradação da cor.

CONCLUSÃO

A caracterização dos solos amazônicos demonstrou a viabilidade técnica de sua aplicação na formulação de tintas ecológicas. Os ensaios de desempenho indicaram maior estabilidade em superfícies de gesso e concreto, com limitações em madeira. Apesar do período de exposição relativamente curto, os resultados apontam potencial de uso dessas tintas como alternativa sustentável às industriais, sobretudo em ambientes internos, contribuindo para a redução de impactos ambientais e riscos à saúde.

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para esta pesquisa, em especial nossas famílias.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15380: Tintas para construção civil — Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais — Resistência à radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT. NBR 6457: Solos — Preparação de amostras para ensaios de compactação, caracterização e determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2024.
- ABNT. NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT. NBR 6484: Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.
- ABNT. NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2025.
- ABNT. NBR 9604: Solo — Abertura de poço ou trincheira de inspeção, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento. Rio de Janeiro, 2024.
- Costa, T. O.; Sales, F. H. S. Tintas ecológicas a partir de minerais encontrados na costa maranhense. *Holos*, Natal, ano 34. v. 01 (2018). <https://doi.org/10.15628/holos.2018.4440>
- DNIT. DNIT-ME 093: Solos – Determinação da densidade real. Rio de Janeiro, 2010.
- DNIT. DNIT-ME 213: Solos – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2010.

- Ghobakhloo, S.; Khoshakhlagh, A. H.; Morais, S.; Tehrani, A. M. Exposure to Volatile Organic Compounds in Paint Production Plants: Levels and Potential Human Health Risks. *Toxics*, Basel, v. 11, n. 111 (2023). <https://doi.org/10.3390/toxics11020111>
- Holøs, S. B.; Yang, A.; Lind, M.; Thunshelle, K.; Schild, P.; Mysen, M. VOC emission rates in newly built and renovated buildings, and the influence of ventilation – a review and meta-analysis. *International Journal of Ventilation*, London, v. 18, n. 3, p. 153-166, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/14733315.2018.1435026>.
- Ishikawa, K.; Ogura, D.; Iba, C.; Takatori, N.; Waikiya, S. Mechanical properties of white clay used as wall painting substrate material: measurement of strength and modulus of elasticity of simulated substrate material of wall paintings Hiten at Kondo, the main hall at Horyu-ji Temple. *Heritage Science*, London, v. 11, n. 242 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40494-023-01090-4>
- Jesuino, E. J.; Marcelino, I. T.; Vitório, I. G.; Souza, J. A.; Pereira, S. S. Tinta Ecológica. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química). Escola Técnica Estadual de Mococa. Mococa, 2023.
- Kim, M.; Lee, J. Y.; Kim, J. H.; Lee, H. E.; Cho, S. W.; Yu, J. U.; Kang, C. W.; Moon, K. W. Study of Chemical Substances Emitted during Paint Manufacturing through VOC Speciation. *Atmosphere*, Basel, v. 13, n. 1245 (2022). <https://doi.org/10.3390/atmos13081245>
- Lim, K. D.; Maskell, D. Development of methods to measure the potential of a plaster to regulate indoor humidity. *Building Services Engineering Research & Technology*, London, v. 42, n. 5, p. 559-566, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/01436244211025431>.
- Oliveira, M. C. A utilização da terra crua na fabricação de tintas naturais. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UNIFACIG. Manhuaçu, 2021.
- Pauliv, A.; Madi, F. Pigmentação natural de tintas preparadas a partir de solo. *Caderno PAIC*, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/479>. Acesso em: 13 de julho de 2025.
- Pauliv, A.; Madi, F. Uso do solo como alternativa sustentável na fabricação de tintas. *Caderno PAIC*, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/410>. Acesso em: 13 de julho de 2025.
- Posani, M.; Voney, V.; Odaglia, P.; Du, Y.; Komkova, A.; Brumaud, C.; Dillenburger, B.; Habert, G. Low-carbon indoor humidity regulation via 3D-printed superhygroscopic building components. *Nature Communications*, London, v. 16, n. 425 (2025). <https://doi.org/ez3.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41467-024-54944-1>
- Rescic, S.; Mattone, M.; Fratini, F.; Luvidi, L. Earthen Plasters Stabilized through Sustainable Additives: An Experimental Campaign. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 1090 (2021). <https://doi.org/10.3390/su13031090>
- Silva, A. C. Estudo comparativo da produção da tinta à base de terra em composição com cola branca e com resina vegetal. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Picuí, 2023.
- Souza, C.; Araújo, Y. C. A.; Galvão, J. V. D.; Xavier, A. L.; Xavier, F. J. S. Produção de tinta ecológica a base de rejeitos de caulim e pó de cerâmica vermelha. In: I CONIMAS e III CONIDIS, 2019. Campina Grande: Realize Editora. Anais... Campina Grande, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63817>>. Acesso em: 14 de julho de 2025.
- Tang, W.; Yang, X.; He, P.; Tao, S.; Zhang, Q.; Wang, D.; Lin, J. VOC Emission Spectrum and Industry-Specific Analysis in the Industrial Coating Industry of Hangzhou, China. *Coatings*, Basel, v. 15, n. 429 (2025). <https://doi.org/10.3390/coatings15040429>
- You, B.; Zhou, W.; Li, J.; Li, Z.; Sun, Y. A review of indoor gaseous organic compounds and human chemical exposure: insights from real-time measurements. *Environment International*, Oxford, v. 170, p. 107611, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107611>.