



C A P Í T U L O 13

REAPROVEITAMENTO DE COLA BRANCA APREENDIDA PELA RECEITA FEDERAL: DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS

Eveline Soares Costa

Alexsandro Nunes Colim

Carla Maria Silva Alves

João Vitor Ferraz Paro

Willian Gomes Bernardo

PALAVRAS-CHAVES: *Slime* educativo, tinta ecológica, tijolos sustentáveis.

INTRODUÇÃO

A busca por soluções sustentáveis tem se tornado imprescindível diante dos desafios ambientais contemporâneos, como o acúmulo de resíduos e a exploração desmedida de recursos naturais (Machado; Garrafa, 2020). Nesse contexto, projetos que promovem a reutilização de materiais apreendidos pela Receita Federal surgem como alternativas viáveis para reduzir impactos ecológicos, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial ao ODS 12, que prevê “consumo e produção responsáveis” (IPEA, 2019).

A iniciativa de transformar produtos apreendidos em insumos para pesquisa e extensão universitária exemplifica como a economia circular pode ser aplicada na prática, convertendo passivos ambientais em oportunidades de inovação.

Dentre os materiais reaproveitados nessa iniciativa, destaca-se a doação de cola branca pela Receita Federal, que teve sua apreensão em uma fábrica clandestina de cigarros. Esse insumo, que seria descartado, tornou-se matéria-prima fundamental para três projetos de pesquisa aplicada: (1) Desenvolvimento de slime educativo, (2) Formulação de tinta ecológica e (3) Fabricação de tijolos sustentáveis. A utilização

da cola nesses projetos demandou inicialmente sua caracterização físico-química, já que o material não possuía especificações técnicas. Esse processo exemplifica o potencial transformador da economia circular quando articulada com pesquisa acadêmica, onde mesmo materiais de origem e composição indeterminadas podem ser revalorizados através de metodologias científicas (Gerolli *et al.*, 2021).

METODOLOGIA

Antes da aplicação da cola branca apreendida nos projetos, a mesma passou por uma caracterização físico-química para determinar sua composição, propriedades e viabilidade de reutilização. Como se tratava de um material sem identificação técnica prévia, foram realizados ensaios laboratoriais para avaliar parâmetros como teor de sólidos, pH, adesão, tempo de trabalho e análise espectroscópica por infravermelho, visando identificar possíveis alterações em sua estrutura devido ao tempo de armazenamento. Esses testes foram essenciais para garantir a segurança no manuseio e a eficácia do material nos processos de transformação, além de fornecer dados técnicos que orientaram a escolha das melhores aplicações, conforme metodologias validadas na literatura para análise de polímeros.

Para determinação do teor de sólidos, adotou-se metodologia gravimétrica adaptada de norma internacional (ISO 3251, 2019), realizando-se: (a) preparo dos cadinhos; (b) pesagem precisa de $1,00 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ de amostra; (c) secagem em estufa a 100°C com pesagens sequenciais em intervalos de 30-90 minutos por 6h 30min; (d) resfriamento em dessecador antes de cada pesagem. Todos os procedimentos foram realizados em triplicata. Para a realização da leitura do pH foi utilizado o pHmetro digital a partir de uma solução com a cola, onde 5 mL de cola foram solubilizados em 5 mL de água.

O teste de adesão foi realizado conforme metodologia adaptada da ASTM D3359 (2017), utilizando papel, plástico e papelão com dimensões padronizadas de 5x5 cm, onde aplicou-se uniformemente a cola entre pares idênticos de cada material e posteriormente, foram submetidas a diferentes condições de temperatura (30°C , 35°C e 40°C) em estufa, sendo avaliado o desempenho adesivo após 3 e 5 minutos de exposição. Para o teste de tempo de trabalho, foi inserido 1 g de cola no vidro de relógio e mantido em um local sem corrente de ar direto. E na análise espectroscópica por infravermelho, foi utilizado um Espectrofotômetro de Absorção na Região do Infravermelho FT-IR (*Agilent, Cary 630*) para caracterizar a presença de grupos químicos específicos da cola, e identificar a presença de possíveis impurezas, aditivos e outras substâncias. Para isso, uma pequena quantidade de amostra foi coletada e colocada sobre a placa de cristal existente no equipamento e exposta a um feixe de luz infravermelha (Colim *et al.*, 2024).

Após os testes físico-químicos com a cola branca, deu-se início aos projetos de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A reutilização da cola branca, destaca-se como um caso emblemático. Originalmente destinada à fabricação ilegal de cigarros, a substância foi ressignificada em projetos, comprovando que mesmo materiais sem identificação prévia podem ser reincorporados à cadeia produtiva com valor agregado, como pode ser observado nos projetos desenvolvidos.

Os estudos de caracterização da cola branca apreendida revelaram aspectos importantes sobre sua composição. A análise gravimétrica demonstrou que 51,10 % da massa total correspondia a água, evidenciado pela redução de sua massa após 6h30min de secagem a 100°C. A avaliação do pH mostrou valores neutros ($7,24 \pm 0,03$). Para o comportamento adesivo, os testes de adesão apresentaram resultados distintos conforme o substrato, sendo observado em materiais porosos (papel e papelão) a secagem completa em 20 min a 30°C com excelente aderência e em superfícies não porosas (plástico), requereu 24 h para secagem completa, com baixa resistência adesiva. O tempo de trabalho prolongado (7h 30min para secagem natural) está diretamente relacionado ao alto teor de água identificado, sendo este período influenciado por fatores ambientais como ventilação e temperatura.

A análise por FTIR permitiu identificar a natureza química do material, onde foram observadas bandas características em $3200-3500\text{ cm}^{-1}$ (grupos hidroxila), picos em $2850-2950\text{ cm}^{-1}$ (estiramentos C-H), assinatura em $1730-1750\text{ cm}^{-1}$ (grupos carbonila), região entre $1000-1300\text{ cm}^{-1}$ (estiramentos C-O e C-C). Estes dados espectroscópicos confirmam tratar-se de uma emulsão de acetato de polivinila (PVAc), com possíveis alterações estruturais decorrentes das condições de armazenamento prévio. A presença de grupos carbonila em $1730-1750\text{ cm}^{-1}$ corrobora estudos anteriores sobre identificação de PVAc (Nunes *et al.*, 2020).

A combinação de evidências, incluindo o odor característico, variações no espectro FT-IR e o comportamento reológico, sugere que o material sofreu processos de degradação durante o armazenamento. Como demonstrado por Rimez *et al.* (2008), o PVAc é particularmente sensível a fatores ambientais como umidade e variações térmicas, que podem levar à quebra de cadeias poliméricas e formação de subprodutos. Estas características físico-químicas foram determinantes para orientar as aplicações subsequentes da cola nos diversos projetos desenvolvidos, considerando tanto suas propriedades funcionais quanto suas limitações.

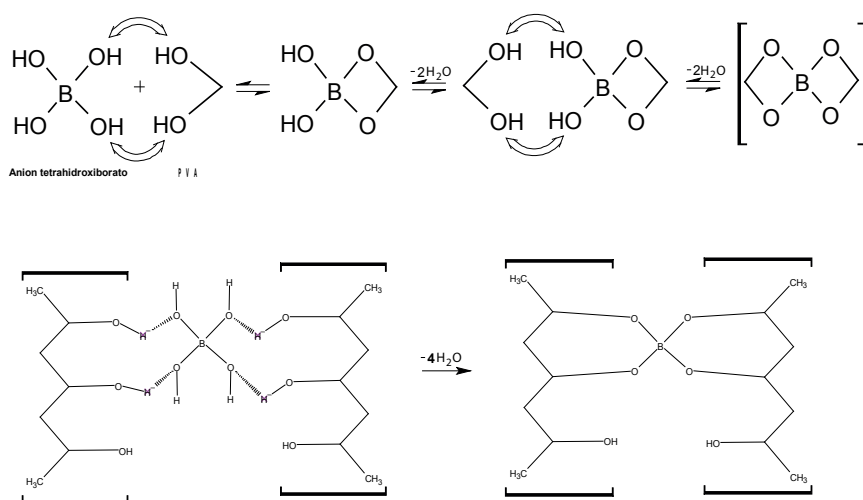
Desenvolvimento de *slime* educativo

Para a produção do *slime*, foram preparadas duas formulações distintas de solução ativadora: uma com ácido bórico e outra com borato de sódio, ambas em três concentrações (2%, 3% e 4%). Cada solução foi cuidadosamente preparada pesando-

se os reagentes em béqueres, dissolvendo-os em água destilada e transferindo para balões volumétricos de 150 mL, completando-se o volume até a marca de aferição. Em seguida, 40 g da cola apreendida e da cola comercial (controle) foram pesados separadamente em béqueres numerados. As soluções ativadoras foram adicionadas gota a gota (com agitação constante) até observar mudança na viscosidade do material. O número de gotas necessárias para cada concentração foi registrado, permitindo comparar o comportamento da cola apreendida com o padrão comercial. Todos os procedimentos foram realizados em triplicata para garantir a confiabilidade dos resultados.

Em ambas as formulações testadas (com ácido bórico e borato de sódio), o mecanismo de reticulação química esperado envolvia a formação do ânion tetrahidroxiborato $[B(OH)_4]^-$, que deveria interagir com os grupos hidroxila do PVA, promovendo a reticulação do polímero com liberação de água e formação da estrutura característica da *slime* (Figura 1).

Figura 1 – Processo de reticulação de macromoléculas de PVA.



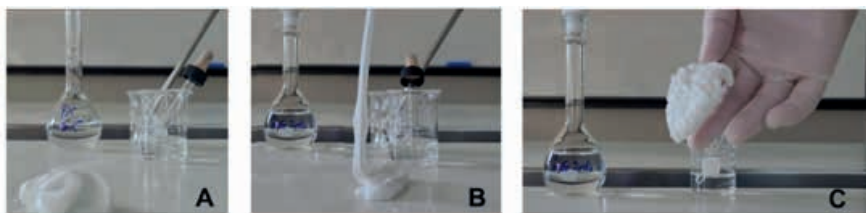
Fonte: Adaptado de Silva, *et al.*, 2019

Os testes comparativos realizados com cola branca comercial PVA (escolar) confirmaram a eficácia desse mecanismo, resultando em slimes com propriedades reológicas adequadas – elasticidade, flexibilidade e consistência homogênea. Entretanto, quando a cola apreendida foi submetida aos mesmos procedimentos, observou-se um comportamento anômalo na reticulação polimérica.

A *slime* produzida apresentava textura enrugada, rigidez acentuada e completa ausência de elasticidade, mesmo utilizando a mesma concentração de solução ativadora (2% de borato de sódio). Curiosamente, os testes físico-químicos preliminares indicavam que a cola apreendida possuía propriedades equivalentes à PVA comercial, sugerindo que a composição química básica seria similar.

A incompatibilidade observada pode ser atribuída a vários fatores relacionados às condições de origem e armazenamento da cola apreendida, pois a ausência de ficha técnica impossibilitou a verificação da composição exata, data de fabricação e prazo de validade, além do longo período de armazenamento pode ter promovido a quebra das cadeias de PVA, reduzindo sua capacidade de reticulação (Figura 2).

Figura 2 – Produção de *slime* educativo.



Produção de *slime* educativo: (a) Primeiros testes; (b) *Slime* com a cola comercial; (c) *Slime* com a cola apreendida. Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Embora os resultados tenham demonstrado a inviabilidade do uso direto para produção de *slime*, a caracterização físico-química confirmou o potencial de aproveitamento da cola apreendida em outras aplicações que não dependam de processos de reticulação tão específicos. A comparação sistemática com o padrão comercial foi fundamental para identificar essas limitações e direcionar o material para usos mais adequados, como na fabricação de tijolos ecológicos ou tubetes biodegradáveis, onde suas propriedades adesivas mostraram-se satisfatórias.

Formulação de tinta ecológica

Para o processo de produção de tintas, foram coletadas amostras de solos na área verde da UEMG (Ituiutaba-MG). Os solos aglomerados foram quebrados de forma manual e posteriormente peneirado em peneiras mecânicas. Para o primeiro teste para a produção da tinta ecológica, foram utilizadas as proporções sugeridas por Carvalho *et al.* (2016), no entanto, foi observado um material muito líquido e não houve aderência da cor na superfície testada. Assim, foi efetuado um teste utilizando a proporção de 5 kg de solo para 3 L de cola.

Essa modificação garantiu maior viscosidade e adesão ao substrato. Diferentes tonalidades de solo foram testadas, e a tinta de cor mais clara foi selecionada para experimentos de pigmentação adicional, utilizando corante em pó azul. Observou-se que, embora a mistura no recipiente apresentasse tonalidade azul-claro, sua aplicação em larga escala resultou em um azul muito escuro após secagem (Figura 3). Essa alteração pode estar relacionada à interação química entre o solo, a cola e o pigmento durante o tempo prolongado de aplicação, bem como à absorção diferencial do substrato. Os testes de durabilidade revelaram que em superfícies sem tinta comercial previa, a aderência foi satisfatória, mantendo-se estável após exposição às intempéries e sobre tintas comerciais existentes, observou-se formação de bolhas e descascamento após 7 dias, indicando incompatibilidade de adesão entre os materiais.

Esses resultados sugerem que a tinta ecológica desenvolvida é viável para aplicação em paredes brutas ou rebocadas, mas requer ajustes para uso sobre revestimentos industriais e esses avanços poderão ampliar a aplicabilidade da tinta, consolidando-a como alternativa viável a produtos convencionais.

Figura 3 – Testes com a tinta ecológica



Testes com a tinta ecológica: (a) Aplicação das tintas produzidas com diferentes tons de solo; b) Parede antes da pintura com a tinta ecológica; c) Parede após a finalização. Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Fabricação de tijolos sustentáveis

Para a confecção dos tijolos adobe, o solo foi coletado a 20 cm de profundidade no campus da UEMG (Ituiutaba-MG) e submetido à análise textural seguindo o método adaptado do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (2018). Após peneiramento (malha de 2 mm), 10 kg de solo foram dispersos em solução de NaOH 0,1 M e água, utilizando um dispersor Tecnal TE-147 (18.000 RPM por 5 min). A mistura foi transferida para uma proveta de 500mL, homogeneizada e, em

tempos específicos (4min e 3h 30min), amostras de 10 mL foram coletadas a 10 cm e 5 cm de profundidade, respectivamente. As amostras foram secas em estufa a 120°C por 6 horas para determinação do teor de argila e silte, enquanto o resíduo retido na peneira (areia) foi seco e pesado.

Os tijolos adobe foram dimensionados conforme Gonçalves (2005), com medidas padronizadas de 14x7x7 cm (comprimento x largura x altura). Para a fabricação, utilizaram-se duas formulações: (1) terra pura com e sem cola branca e (2) terra com biomassa triturada (folhas de coqueiro, bagaço de cana-de-açúcar, folhas de bambu e folhas diversas obtidas por varreção) com e sem cola branca. As misturas foram preparadas com 2,75 kg de terra, água até ponto ótimo de moldagem e 500 mL de cola branca e, quando aplicável, biomassa triturada. Os tijolos foram enformados manualmente e secos em estufa a 60°C por 4 dias. Os testes de resistência à compressão avaliaram a deterioração sob cargas de 80 kg e 100 kg, enquanto o teste de impermeabilidade foi realizado em estufa por 75 dias.

A análise textural do solo coletado no campus da UEMG-Ituiutaba revelou teores de 27,85 % de argila, 13,8 % de silte e 58,35 % de areia, valores que se enquadram nos parâmetros ideais para a fabricação de tijolos adobe, conforme estabelecido por Gonçalves (2005). Essa composição garantiu um equilíbrio entre plasticidade (devido à argila) e resistência estrutural (contribuição da areia), essenciais para a moldagem e durabilidade dos blocos. Durante os 75 dias de exposição às intempéries, com um volume pluviométrico acumulado de 592,8 mm (INMET), observou-se que os tijolos sem cola branca sofreram desgaste acentuado, evidenciando alta susceptibilidade à água. Já os tijolos com cola (isolada ou combinada com biomassa) apresentaram maior impermeabilidade, devido à formação de um filme polimérico que reduz a absorção de água.

Os testes com cargas de 80 kg e 100 kg demonstraram que os tijolos sem cola (apenas solo ou solo + biomassa) desenvolveram fissuras e rupturas, indicando fragilidade mecânica e os tijolos com cola + biomassa (especialmente cana-de-açúcar) resistiriam integralmente, sem trincas ou quebras, graças à ação aglomerante do polímero e ao reforço estrutural da fibra vegetal. Com isso, a biomassa de cana-de-açúcar destacou-se por conferir maior resistência e degradação controlada, facilitando a integração com a matriz do solo (Figura 4).

Figura 4 – Processo de fabricação dos tijolos ecológicos



Etapas do processo de fabricação dos tijolos ecológicos: (a) Preparo do solo + cola + biomassa; (b) Tijolos secos (c) Teste de durabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

CONCLUSÃO

A parceria entre a Receita Federal e a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) demonstra o potencial estratégico de órgãos públicos e instituições acadêmicas na promoção de ações sustentáveis. Materiais como cola branca, vinhos e perfumes, que seriam descartados após apreensão, ganham nova vida por meio de processos criativos e científicos. Essa sinergia não apenas evita o desperdício, mas também fomenta a educação ambiental e a responsabilidade social, capacitando estudantes e comunidades a repensarem o ciclo de vida dos produtos.

Essas aplicações reforçam a importância da pesquisa interdisciplinar para superar limitações técnicas — como a ausência de dados sobre composição e validade — e transformar desafios em soluções ambientalmente viáveis

Por fim, iniciativas como essas transcendem o aspecto ambiental, gerando impactos sociais e educacionais. Ao integrar ensino, pesquisa e extensão, a universidade cumpre seu papel como agente de transformação, disseminando conhecimento e tecnologias acessíveis. A colaboração com a Receita Federal, portanto, não apenas otimiza recursos públicos, mas também fortalece a noção de que sustentabilidade e inovação são pilares indissociáveis para um futuro mais justo e equilibrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 13/2024) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG (Edital 009/2022 e Edital 009/2024 - Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG E UNIMONTES). À Receita Federal do Brasil (RFB) pelo apoio institucional e pela confiança na parceria firmada com a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A. F.; CARDOSO, F. P.; DIAS, R. Q. **Cores da Terra**: pintando o Brasil. Viçosa, MG: Gráfica e Editora GSA, ISBN 978-85-8173-128-5, p 72, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/1944/1/BRT-coresdaterra-rachel.pdf>. Acesso em: 04 de mai, 2025.
- COLIM, A. N.; COSTA, E. S.; SANTOS, H. J. L.; BERNARDO, W. G. B.; MORTATE, D. M. M. Promovendo sustentabilidade e ecopedagogia através da transformação de resíduos orgânicos em vasos ecológicos. Capítulo 3. DOI: 10.48209/978-65-5417-328-2. In: CAVALCANTE, M. B.; BASQUEROTE, A. T.; CAMPOS, J. O. **Práticas e reflexões em educação ambiental**: Discutindo a sustentabilidade e as noções de consumo. Santa Maria: Arco Editores, 2024. E-book.
- GEROLLI, M.; FLORIAN, F.; DE MARCO, G. Reaproveitamento de resíduos na construção civil: TCC. **Revista Científica Acertte - ISSN 2763-8928, [S. l.]**, v. 1, n. 5, p. e1545, 2021. DOI: 10.47820/acertte.v1i5.45
- GONÇALVES, J. S. **Contribuição para a normalização da alvenaria estrutural com o uso de tijolos de terra crua para construções urbanas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de Paraíba. João Pessoa-PA., p 41, 2005.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). ODS 12: Consumo e produção responsáveis. Brasília, DF: IPEA, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em: 21 de abril, 2025.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 4587:2003: Adhesives — Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies*. Geneva: ISO, 2003.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 3251:2019: Paints, varnishes and plastics - Determination of non-volatile-matter content*. Geneva: ISO, 2019.
- MACHADO, I. L. O.; GARRAFA, V. Proteção ao meio ambiente e às gerações futuras: desdobramentos e reflexões bioéticas. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 263-274, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012419>
- NUNES, V.; LANDON, A.; TARRANT, M.; RUBIN, D. The influence of instructional delivery modality on sustainability literacy. **Sustainability**, [s.l.], v. 13, n. 18, p. 10274, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131810274>
- RIMEZ, B.; RAHIER, H.; VAN ASSCHE, G.; ARTOOS, T.; BIESEMANS, M.; VAN MELE, B.; The thermal degradation of poly(vinyl acetate) and poly(ethylene-co-vinyl acetate), Part I: Experimental study of the degradation mechanism. **Polymer Degradation and Stability**, 93, p. 800-810, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2008.01.010>
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., rev. e ampl., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590p.