

PRODUÇÃO DE COLA BIODEGRADÁVEL COM PIGMENTOS NATURAIS: VIABILIDADE TÉCNICA E APLICAÇÃO ESCOLAR

PRODUCTION OF BIODEGRADABLE GLUE WITH NATURAL PIGMENTS:
TECHNICAL FEASIBILITY AND SCHOOL APPLICATION

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 02/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/782836893](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/782836893)

Dayana da Costa Batista Marques¹

Rafalela Ferreira Fernandes²

João Victor Cardoso da Silva³

Daniele Beatriz Souto Alfaia⁴

Amanda da Costa Ribeiro⁵

RESUMO

Diante do crescente impacto ambiental causado pelos resíduos de materiais sintéticos, este trabalho desenvolve a criação de uma cola colorida biodegradável a partir de ingredientes naturais e atóxicos como amido de milho, glicerina, argila branca, vinagre e pigmentos naturais como urucum e açafrão. O objetivo foi oferecer uma alternativa ecológica às colas sintéticas, com menor impacto ambiental e aplicabilidade no contexto escolar. A cola foi produzida em pequena e grande escala e aplicada em atividades pedagógicas com crianças da Educação Infantil. Os resultados indicaram boa aderência, aceitação unânime pelas crianças e professoras, ausência de reações alérgicas e potencial para promover a educação ambiental. Apesar de apresentar tempo de secagem superior ao das colas convencionais, a proposta mostrou-se viável e promissora, com potencial para ser incorporada de forma permanente às práticas escolares.

Palavras-chave: Cola Biodegradável; Sustentabilidade; Educação ambiental.

ABSTRACT

Given the increasing environmental impact caused by synthetic material waste, this study developed a biodegradable colored glue made from natural and non-toxic ingredients such as cornstarch, glycerin, white clay, vinegar, and natural pigments including annatto and turmeric. The objective was to provide an environmentally friendly alternative to synthetic adhesives, with reduced environmental impact and applicability in the school context. The glue was produced on both small and large scales and applied in educational activities with children in Early Childhood Education. The results indicated good adhesion, unanimous acceptance by both children and teachers, no allergic reactions, and significant

potential for promoting environmental education. Although the drying time was longer than that of conventional glues, the proposed product proved to be feasible and promising, with the potential to be permanently incorporated into school practices.

Keywords: Biodegradable Glue; Sustainability; Environmental Education.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção e do consumo de materiais sintéticos tem contribuído significativamente para a geração de resíduos de difícil degradação, tornando-se um dos principais desafios ambientais da atualidade. Entre esses materiais destacam-se os polímeros derivados do petróleo, amplamente utilizados na fabricação de embalagens, plásticos e adesivos. Embora esses produtos apresentem elevada eficiência e baixo custo de produção, seu descarte inadequado favorece a contaminação ambiental e o acúmulo de resíduos persistentes nos ecossistemas.

Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis tem estimulado o desenvolvimento de materiais biodegradáveis produzidos a partir de fontes renováveis. Os adesivos biodegradáveis surgem como uma alternativa promissora às colas convencionais, pois utilizam matérias-primas naturais capazes de se decompor em períodos significativamente menores quando comparadas aos polímeros sintéticos. Entre os materiais mais estudados para essa finalidade destaca-se o amido, um biopolímero abundante, renovável, de baixo custo e amplamente disponível na forma de amido de milho ou goma de tapioca.

Segundo Mouta (2014), polímeros produzidos à base de amido apresentam propriedades físicas e químicas semelhantes às dos materiais derivados do petróleo, porém com tempo de degradação muito inferior, variando entre seis e doze meses. Além do amido, outros componentes naturais, como glicerina, argila branca e vinagre, podem ser incorporados à formulação para melhorar características como flexibilidade, estabilidade, viscosidade e conservação do produto.

Paralelamente à necessidade de reduzir os impactos ambientais, cresce a importância de inserir práticas sustentáveis no ambiente escolar. A utilização de materiais ecológicos em atividades pedagógicas contribui não apenas para a diminuição da geração de resíduos, mas também para a formação de uma consciência ambiental desde a infância. Nesse sentido, a produção de colas biodegradáveis coloridas utilizando pigmentos naturais, como urucum e açafrão-da-terra, representa uma estratégia inovadora capaz de unir sustentabilidade, segurança e aplicação educacional.

Apesar dos avanços nas pesquisas envolvendo biopolímeros e materiais biodegradáveis, ainda são limitados os estudos voltados à produção de colas coloridas biodegradáveis destinadas especificamente ao uso escolar. Dessa forma, torna-se relevante investigar a viabilidade técnica desses produtos, bem como sua aceitação por professores e estudantes em atividades pedagógicas.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma cola colorida biodegradável a partir de ingredientes naturais e atóxicos, avaliando sua viabilidade técnica, suas propriedades adesivas e sua aplicabilidade em atividades da Educação Infantil. Além disso, buscou-se verificar sua aceitação no

ambiente escolar e seu potencial como ferramenta de educação ambiental, contribuindo para a promoção de práticas mais sustentáveis no contexto educacional.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A biodegradação é um processo fundamental para o desenvolvimento de materiais sustentáveis, pois permite que substâncias orgânicas sejam decompostas naturalmente por microrganismos presentes no ambiente. Esse processo reduz o acúmulo de resíduos sólidos e contribui para a manutenção dos ciclos naturais da matéria, tornando-se um importante critério na avaliação de produtos ambientalmente responsáveis. Nesse contexto, materiais biodegradáveis têm despertado crescente interesse científico devido ao seu potencial de substituir produtos sintéticos de longa permanência no ambiente.

Entender o processo de biodegradação é essencial para o desenvolvimento de produtos como colas e plásticos que possam ser absorvidos pelo meio ambiente de maneira segura e eficiente. Nesse contexto, a biodegradação pode ser compreendida, conforme citado por Landim (2016), como um processo natural e complexo onde compostos orgânicos, por meio de mecanismos bioquímicos, são convertidos em compostos simples e, então, redistribuídos no meio ambiente, através do ciclo elementar do carbono, nitrogênio e enxofre, ou seja, a biodegradação de um polímero é o processo pelo qual microrganismos e suas enzimas consomem este polímero como fonte de nutrientes, em condições normais de umidade, temperatura e pressão.

A cola à base de PVA, é um produto de base de Acetato de Polivinila ou PVAc (Polímero sintético), vendido como uma emulsão à base de água, muito utilizado para colar materiais porosos como madeira, papel, tecido e cerâmicas. (Ferreira e Moreno Junior 2011).

Considerando que colas convencionais contêm polímeros sintéticos em sua composição, tem-se intensificado a busca por alternativas mais sustentáveis, com foco no desenvolvimento de adesivos biodegradáveis formulados a partir de matérias-primas naturais e de baixo impacto ambiental. Uma formulação promissora descrita por Mouta (2014) envolve o uso de amido como principal componente de uma cola biodegradável. Nesse caso, o amido atua como agente espessante e principal polímero de origem renovável.

Segundo a autora, os polímeros à base de amido apresentam propriedades físicas e químicas semelhantes às dos derivados do petróleo, com a vantagem de apresentarem tempos de degradação significativamente menores. Enquanto polímeros sintéticos podem levar de 40 a 200 anos para se degradarem, os produzidos a partir de fontes renováveis apresentam tempo de decomposição entre 6 e 12 meses (Mouta, 2014).

O amido utilizado na formulação da cola biodegradável é uma matéria-prima de fácil obtenção e baixo custo. Pode ser encontrado comercialmente na forma de amido de milho ou na goma de tapioca (também chamado de goma de mandioca), ambos amplamente disponíveis em supermercados. Esses produtos são derivados de fontes vegetais renováveis e apresentam elevado teor de amido, tornando-se alternativas acessíveis para a produção de adesivos biodegradáveis em projetos escolares, experimentos científicos e aplicações artesanais.

A incorporação de plastificantes naturais na formulação de colas biodegradáveis é considerada essencial para melhorar suas propriedades físico-químicas, como flexibilidade e aderência. Nesse contexto, foram analisados estudos que comprovam a eficácia da glicerina, também denominada glicerol, como agente plastificante. De acordo com Bilck et al. (2015), o glicerol destaca-se por ser o plastificante mais amplamente utilizado, em razão de sua elevada eficiência plastificante e de sua estabilidade térmica sob condições típicas de processamento.

Marques et al. (2025) utilizaram glicerina e amido de milho na formulação de uma resina biodegradável aplicada a fibras trituradas de arumã. Os resultados demonstraram que o amido e a glicerina apresentaram boa capacidade de adesão às fibras vegetais, promovendo a união e a compactação do material compósito. Essa propriedade contribuiu para a obtenção de um produto com adequada resistência mecânica e potencial para substituir o Medium density fiberboard (MDF) de forma sustentável, evidenciando a eficácia do amido e da glicerina como agente aglutinante em materiais de natureza porosa.

Outra matéria-prima de interesse é a argila branca (caulim), um mineral natural utilizado em diversas aplicações industriais, incluindo a fabricação de tintas, papéis e adesivos. De acordo com Mártires (2009), o caulim apresenta características como inércia química em ampla faixa de pH, baixa abrasividade, cor branca e excelente poder de cobertura. Essas propriedades tornam o caulim um potencial aditivo funcional em formulações de colas, atuando tanto como espessante quanto como agente de preenchimento. Apesar de não ser um material orgânico, o caulim é considerado

ambientalmente seguro, uma vez que é inerte, não tóxico e não acumulativo no meio ambiente.

Considerando que a cola biodegradável é composta por materiais naturais, é importante reconhecer que seu prazo de validade tende a ser inferior ao das colas convencionais, que utilizam conservantes sintéticos. Para prolongar a durabilidade da cola natural, uma estratégia viável é a incorporação de vinagre à formulação. De acordo com Melo (2019), conservantes naturais atuam diretamente sobre o produto, inibindo a ação de bactérias, fungos, leveduras e outros micro-organismos, além de evitar reações químicas que possam comprometer sua integridade. Nesse contexto, o vinagre destaca-se como um conservante natural eficaz, amplamente utilizado por sua ação antimicrobiana.

A combinação desses materiais — argila branca, amido de milho, glicerina, vinagre e corantes naturais — permite o desenvolvimento de uma cola biodegradável que não só atende à demanda por produtos ecologicamente corretos, mas também oferece alternativas eficazes às colas sintéticas, com a vantagem adicional de serem compostas por ingredientes de baixo impacto ambiental e provenientes de fontes renováveis.

Além da produção de uma cola incolor, este trabalho propõe também o desenvolvimento de uma cola colorida biodegradável, utilizando corantes naturais em sua composição. Entre os corantes que podem ser testados, destaca-se o urucum (*Bixa orellana*), cujas sementes produzem pigmentos de tonalidade avermelhada.

Segundo Fabri e Teramoto (2015), o corante natural extraído do urucum — principalmente a bixina e a norbixina — é amplamente

utilizado em indústrias alimentícias, cosméticas, farmacêuticas e têxteis. Além disso, o colorífico de urucum é amplamente popular nos lares brasileiros, conhecido como colorau, sendo obtido pela mistura de fubá com o pó das sementes ou com extrato oleoso.

Além do urucum, o açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) também se destaca como corante natural. Segundo Alcântara et al. (2023) o açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.) apresenta-se como uma alternativa sustentável aos corantes sintéticos, devido à presença da curcumina, seu principal polifenol responsável pela coloração amarela intensa. O trabalho desenvolvido pelos autores investiga a aplicação do extrato aquoso do rizoma do açafrão-da-terra no tingimento de tecidos de algodão e poliéster. Os resultados demonstraram que os tecidos de algodão tingidos com o extrato natural apresentaram coloração mais intensa e melhor solidez de cor em comparação aos tingidos com corante sintético, evidenciando o potencial do açafrão-da-terra como corante natural eficiente e ecologicamente correto.

Com base nos estudos que demonstram a eficiência pigmentante do urucum (*Bixa orellana* L.) e do açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.), este projeto propõe a utilização desses corantes naturais na formulação de colas coloridas biodegradáveis. A iniciativa visa assegurar o uso de matérias-primas renováveis, atóxicas e ambientalmente seguras, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade e da substituição de aditivos sintéticos por alternativas naturais.

Em síntese, a utilização de ingredientes naturais na formulação de colas biodegradáveis representa um avanço significativo em direção a soluções mais sustentáveis. A proposta deste trabalho reforça o

potencial desses materiais como alternativa viável aos adesivos convencionais, contribuindo para a redução de impactos ambientais e estimulando práticas educativas mais ecológicas.

3. METODOLOGIA

A formulação da cola biodegradável foi desenvolvida por meio de um procedimento experimental realizado em bancada, utilizando ingredientes naturais e atóxicos. Inicialmente, foi conduzido um teste de produção em pequena escala, com a quantidade dos reagentes ajustada proporcionalmente a 100mL de água. Os materiais empregados na preparação estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes utilizados na formulação da cola biodegradável:

Ingredientes	Quantidade
Água	100 mL
Amido de milho	12 g
Argila branca natural	13 g
Vinagre	10 mL
Extrato de urucum	75 mL
Extrato de açafrão	75 mL
Glicerina	10 g
Corante alimentício vermelho	4 mL
Óleo de girassol	1 mL

O procedimento foi conduzido conforme descrito a seguir: Em um recipiente, foram misturados 100mL de água com 12g de amido de milho, 13g de argila branca e 10mL de vinagre, agitou-se a mistura até obtenção de uma solução homogênea. A mistura foi transferida para uma panela e aquecida em fogo baixo, sob agitação constante, até adquirir consistência pastosa.

Posteriormente, foram adicionados 75ml de extrato de urucum e 10g de glicerina, mantendo-se a agitação até completa homogeneização dos componentes. Foram então incorporados 4mL de corante alimentício em gel vermelho (comummente utilizado em receitas de bolo) para aumentar a pigmentação visual da cola e 1mL de óleo de girassol com o objetivo de melhorar o brilho, obtendo como produto final uma cola de cor vermelha conforme mostra a imagem abaixo:

Figura 1. Produto final da cola biodegradável



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O procedimento foi repetido para a produção de uma versão na tonalidade amarela. Nessa formulação, o corante natural urucum foi substituído por açafrão e corante alimentício em gel de cor amarela. Ao adicionar corante alimentício azul à cola produzida (de cor

amarela), formou-se uma cola de cor verde, o que demonstra a possibilidade de produzir uma terceira cor de cola colorida.

Por fim, uma pequena amostra da cola foi utilizada para testes preliminares de pigmentação e aderência em diferentes superfícies, com o objetivo de avaliar sua eficácia como adesivo. Os testes demonstraram boa pigmentação e eficiência adesiva, embora o tempo de secagem tenha sido superior ao das colas convencionais.

Após a validação das características da formulação em pequena escala, procedeu-se à sua reprodução em maior volume, com o ajuste proporcional das quantidades dos componentes para a obtenção de 1 litro de cola. Para isso, a proporção de todos os ingredientes foi aumentada em dez vezes. A imagem abaixo demonstra respectivamente os seguintes ingredientes: água, amido de milho, argila branca, vinagre e glicerina. Ingredientes bases para a produção da cola na proporção para 1 litro do produto.

Figura 2. Ingredientes bases utilizados para a produção de 1 litro de cola



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O processo manteve os mesmos parâmetros de preparo — incluindo a sequência de adição dos reagentes, o controle de temperatura e a agitação contínua — a fim de garantir a consistência da formulação. O produto final foi fracionado e distribuído para um total de sete professores da Educação Infantil de uma escola particular do município de Santana do estado do Amapá, com o objetivo de testar a aceitação das crianças e professores em contexto pedagógico.

Figura 3. Produto final da cola biodegradável dividido em porções



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao entregar a cola biodegradável para as professoras, entregou-se também uma atividade que consistiu na pintura de um desenho impresso e colagem de tiras de papel crepom, permitindo a análise da pigmentação da cola e do desempenho do adesivo em material leve e poroso, comumente utilizado em atividades escolares.

Figura 4. Utilização da cola biodegradável em atividades escolares



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Concluída a atividade, os professores preencheram um questionário e as respostas obtidas forneceram subsídios para a análise da viabilidade da cola biodegradável como substituto sustentável aos adesivos convencionais no ambiente escolar.

Após a validação e aprovação da formulação inicial, foram realizados testes exploratórios com o objetivo de ampliar as possibilidades de aplicação da cola biodegradável. Nesse contexto, investigou-se a obtenção de diferentes tonalidades por meio da utilização de pigmentos naturais provenientes de açaí; café; beterraba; pitaia e açaí com limão (respectivamente ilustrados na imagem abaixo).

Figura 5. Amostras da cola biodegradável pigmentadas respectivamente com açaí; café; beterraba; pitaia e açaí com limão



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

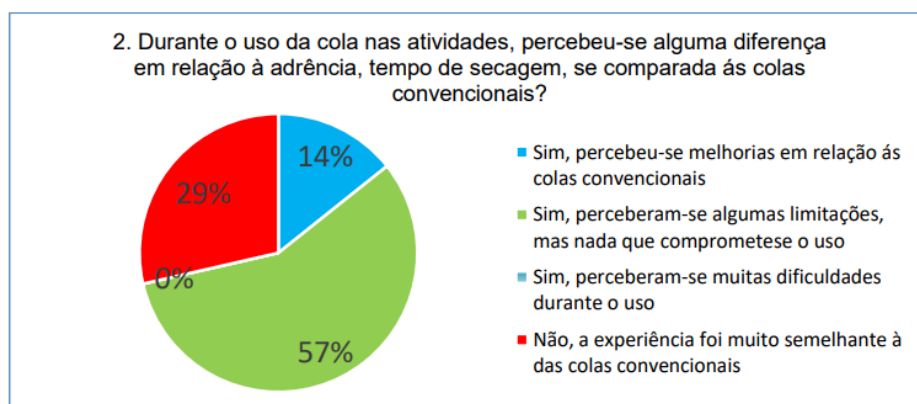
Os resultados evidenciaram que tais substâncias apresentaram boa incorporação à formulação, conferindo coloração satisfatória ao produto final, sem comprometer suas propriedades adesivas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

A fim de avaliar a aceitação da cola colorida biodegradável pelas crianças da educação infantil, foi realizada uma entrevista com as sete professoras que utilizaram o material em sala de aula. A pergunta aplicada foi: “Como foi a aceitação das crianças em relação à cola colorida biodegradável?”. Os dados obtidos revelaram que 100% das professoras avaliaram a aceitação como muito boa.

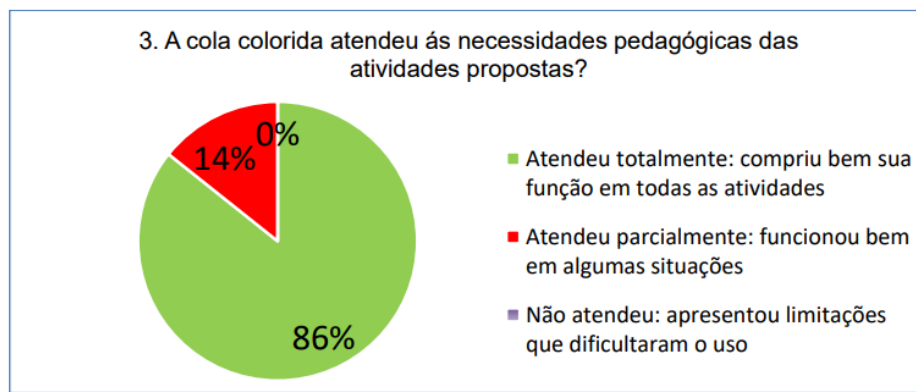
Também foi investigada a percepção sobre o desempenho da cola em comparação às colas convencionais, por meio da pergunta: “Durante o uso da cola nas atividades, percebeu-se alguma diferença em relação à aderência e ao tempo de secagem, se comparado às colas convencionais?”. Os dados revelaram que 14,28% das professoras notaram melhorias na aderência e no tempo de secagem em comparação às colas tradicionais. Cerca de 57,14% observaram pequenas limitações, mas que não interferiram de

forma significativa nas atividades. Já 28,57% não perceberam diferenças em relação às colas convencionais. Nenhuma docente relatou dificuldades consideráveis durante o uso. A distribuição dessas percepções pode ser visualizada em um gráfico subsequente, que ilustrará a variedade de experiências relatadas pelas educadoras em relação às propriedades do material.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

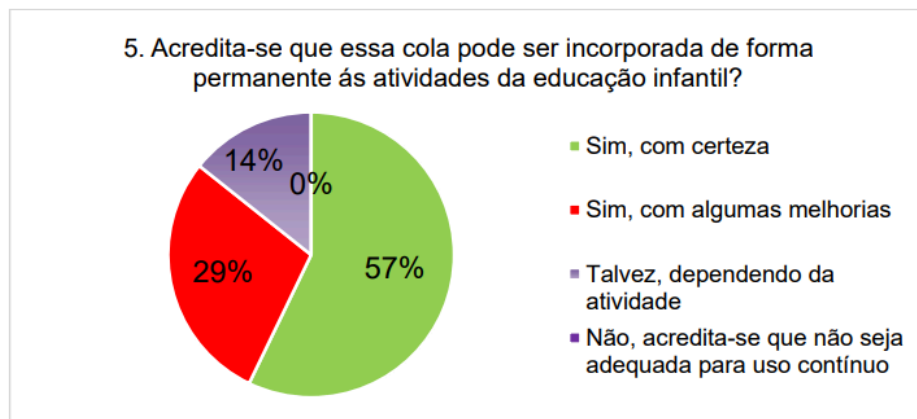
Quanto à adequação do material às propostas pedagógicas, foi feita a seguinte pergunta: “A cola colorida atendeu às necessidades pedagógicas das atividades propostas?”. Os dados obtidos demonstraram que 85,71% das professoras, considerou que a cola colorida atendeu totalmente às necessidades pedagógicas, ressaltando seu bom desempenho em todas as atividades propostas. Uma parcela menor das entrevistadas, representando 14,29% avaliou o atendimento como parcial, indicando que o material funcionou bem em algumas situações, mas não em todas. Nenhuma professora assinalou a opção "Não atendeu", sugerindo que, mesmo com possíveis limitações em alguns casos, a cola colorida não apresentou dificuldades que inviabilizassem seu uso pedagógico. A distribuição dessas avaliações poderá ser visualizada no gráfico a seguir, que ilustra a predominância da percepção positiva quanto à adequação pedagógica do material.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A fim de investigar a ocorrência de reações adversas relacionadas ao uso da cola colorida biodegradável, a seguinte pergunta foi-se aplicada: “Percebeu-se algum tipo de reação alérgica nas crianças relacionada ao uso da cola?”. Os dados obtidos indicaram que a 100% das professoras, não observaram nenhuma reação alérgica nas crianças durante o uso da cola colorida biodegradável.

Em relação à percepção das professoras sobre a viabilidade da incorporação contínua da cola colorida biodegradável nas atividades da educação infantil, a pergunta aplicada foi: “Acredita-se que essa cola pode ser incorporada de forma permanente às atividades da educação infantil?”. Os dados obtidos revelaram que 57,14% das professoras, acredita na incorporação permanente da cola colorida biodegradável nas atividades da educação infantil com certeza. Outra parte das entrevistadas, correspondente a 28,57%, também vê essa possibilidade, mas sugere que algumas melhorias seriam necessárias para otimizar o uso contínuo. 14,29% das professoras indicaram a opção "Talvez, dependendo da atividade" e nenhuma assinalou a opção "Não, acredita-se que não seja adequada para uso contínuo". A distribuição dessas opiniões poderá ser visualizada no gráfico a seguir:



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A fim de investigar a percepção das professoras sobre o potencial da cola colorida biodegradável para a educação ambiental das crianças, aplicou-se o seguinte questionamento: “Acredita-se que esse tipo de material pode contribuir para a educação ambiental das crianças?”. Os dados obtidos revelaram que 100% das professoras entrevistadas acreditam que esse tipo de material pode contribuir totalmente para a educação ambiental das crianças. Esta unanimidade nas respostas demonstra uma forte convicção por parte das educadoras quanto ao potencial educativo ambiental da cola colorida biodegradável.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como propósito desenvolver uma cola colorida biodegradável eficaz, segura e ecologicamente responsável, voltada especialmente para o uso em atividades escolares. O processo de produção, baseado em ingredientes naturais, resultou em um produto funcional, com bom desempenho em testes de aderência e pigmentação, embora com tempo de secagem superior ao das colas comerciais.

A avaliação feita por professoras da Educação Infantil confirmou a aceitação positiva do produto por parte das crianças e a adequação às propostas pedagógicas. Nenhuma reação alérgica foi registrada, e

todas as educadoras reconheceram o potencial da cola para contribuir com a educação ambiental.

A hipótese inicial foi confirmada: é possível desenvolver um adesivo biodegradável viável para uso escolar. O projeto reforça a importância da ciência escolar voltada à sustentabilidade e à inovação no cotidiano educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, W. P. de **et al. Estudo da aplicação do extrato do rizoma do açafrão-da-terra (Curcuma longa L.) como corante natural em tecidos de algodão e poliéster.** São Paulo: ETEC Irmã Agostina, 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/16596>. Acesso em: 9 maio 2026.

BILCK, A. P. et al. **Using glycerol produced from biodiesel as a plasticiser in extruded biodegradable films.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, v. 25, n. 4, p. 331–335, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/VGdkNkxfxQHLnSTHS5qkpwJ/>. Acesso em: 10 maio 2026.

FABRI, E. G.; TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. Horticultura Brasileira, v. 33, n. 1, p. 1–6, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/yTwR3dFPVW4rLHmKpQxNnrj/>. Acesso em: 9 maio 2026.

FERREIRA, G. C. dos S.; MORENO JÚNIOR, A. L. **Cola à base de PVA e argamassa de solo-cimento como alternativas para o assentamento de alvenaria de tijolos maciços de solo-cimento.**

Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 326–335, abr./jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/cDw4Mzc5GnfL5jwngNSRrdm/>. Acesso em: 30 abr. 2026.

LANDIM, Ana Paula Miguel. **et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 26, edição especial, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Mnh695j5cVys99xsSSx54WM/?lang=pt>. Acesso em: 30 abr. 2026.

MARQUES, Dayana da Costa Batista. et al. **O potencial do arumã e das resinas biodegradáveis na substituição sustentável do Medium Density Fiberboard (MDF).** *Revista de Geopolítica*, v. 16, n. 5, e937, 2025. Disponível em: <https://revistageo.com.br/revgeo/article/view/937>. Acesso em: 13 jun. 2026. DOI: <https://doi.org/10.56238/revgeov16n5-125>

MÁRTIRES, Raimundo Augusto Corrêa. **Caulim.** Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2009. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3994. Acesso em: 7 maio 2026.

MELO, Mayra. **Conservantes naturais: vantagens e desvantagens da utilização.** GEPEA – Consultoria em Engenharia de Alimentos, 07 maio 2019. Disponível em: <https://gepea.com.br/conservantes-naturais-2/>. Acesso em: 10 maio 2026.

MOUTA, Sandra Cristina Fernandes Azevedo. **Desenvolvimento de uma cola biodegradável.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2014. Disponível em:

¹ Discente do Curso de Recursos Naturais Amazônicos da Universidade do estado do Amapá. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Discente do Ensino médio do Colégio Irmã Maria José e colaborador de pesquisa. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Discente do Ensino médio do Colégio Irmã Maria José e colaborador de pesquisa. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Discente do Ensino médio do Colégio Irmã Maria José e colaborador de pesquisa. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Graduada em Pedagogia e professora da educação infantil no colégio Irmã Maria José.