

DO LIXO AO RECURSO PEDAGÓGICO: biopolímeros de resíduos orgânicos na função de apagadores sustentáveis

FROM GARBAGE TO EDUCATIONAL RESOURCES: organic waste biopolymers in the function of sustainable erasers

Antônio Luigi Gomes Duarte de Sousa ¹
Jocelyne Maria Ventura Silva ²
Willian de Souza Verçosa ³
Larissa M. A. V. Sousa ⁴

Resumo:

Esta pesquisa busca soluções sustentáveis para o descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos, materiais que são tema da emergência climática atual. A pesquisa, desenvolvida com alunos e profissionais do CEJA João Ricardo da Silveira, escola localizada na cidade de Quixadá-CE, fundamentou-se, principalmente, nas obras de Fonseca [2024], Mendes [2022] e Sousa [2024]. Seu objetivo é produzir, a partir dos resíduos orgânicos, alternativas sustentáveis com aplicações práticas no ambiente escolar, dando enfoque na construção de biopolímeros com fins utilitários para materiais didáticos. Com abordagem qualitativa, foram realizadas ações como: oficinas e produção de biopolímeros de resíduos orgânicos com análises e testagens comparativas em laboratório e sala de aula. Surgiram como resultado da pesquisa protótipos de apagadores com refil sustentável e um espaço de descarte adequado para resíduos orgânicos. Nesse sentido, a pesquisa colabora de forma sustentável no aspecto ambiental, econômico e pedagógico.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Biopolímero; Apagadores.

Abstract:

This research seeks sustainable solutions for the inadequate disposal of urban solid waste, materials that are central to the current climate emergency. The study, developed with students and professionals from CEJA João Ricardo da Silveira, a school located in the city of Quixadá-CE, was mainly based on the works of Fonseca [2024], Mendes [2022], and Sousa [2024]. Its objective is to produce, from organic waste, sustainable alternatives with practical applications in the school environment, focusing on the construction of biopolymers with utilitarian purposes for teaching materials. With a qualitative approach, actions were carried out such as: workshops and the production of biopolymers from organic waste, along with comparative analyses and testing in the laboratory and classroom. The research resulted in prototypes of erasers with sustainable refills and an appropriate disposal space for organic waste. In this sense, the research contributes sustainably to environmental, economic, and pedagogical aspects.

Keywords: Sustainability; Biopolymer; Erasers.

1. Estudante da 3ª série do ensino médio no CEJA João Ricardo da Silveira.

2. Estudante da 3ª série do ensino médio no CEJA João Ricardo da Silveira.

3. Mestre em Ensino de Física pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física [MNPEF] da Universidade Estadual do Ceará [UECE]. Professor de Física e Laboratório Educacional de Ciências no CEJA João Ricardo da Silveira. Email willian.vercosa@prof.ce.gov.br.

4. Licenciada em Biologia pela Universidade Estadual do Ceará [UECE]. Professora de Biologia no CEJA João Ricardo da Silveira.

1 INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) quando descartados de forma inadequada podem gerar diversos impactos ambientais e sociais, apresentando-se como um dos principais problemas da sociedade atual (Fonseca, 2024, p.2-3). Em conformidade, Mendes (2022, p.77) destaca a importância de atitudes corretas quanto aos descartes de resíduos, principalmente, para os plásticos com derivação oriunda do petróleo, que possuem alto potencial de poluição em ecossistemas, demorando até centenas de anos para se decomporem na natureza.

Segundo Fernandes (2024, p. 4), os resíduos orgânicos são responsáveis pela metade do volume total de materiais que são destinados aos lixões, portanto, precisam ser criadas alternativas viáveis embasadas no aproveitamento destes materiais. O autor destaca que se realizada a coleta seletiva adequada, pode-se ter custo evitado no manejo desses resíduos para lixões ou aterros, possuindo assim valoração econômica e ambiental. Em paralelo, Silva (2024, p.14) relata que os plásticos de origem petrolífera, por causarem vários danos ambientais devido seu tempo elevado de degradação, também precisam de soluções sustentáveis.

Neste tocante, conforme Mendes (2022, p. 77), os biopolímeros surgem como alternativa viável para o reaproveitamento de resíduos e o desenvolvimento de novos materiais sustentáveis, que com o tempo, podem se decompor naturalmente com potencial não agressor ao meio ambiente. Segundo Silva (2024, p. 24) estes biopolímeros além de possuírem componentes naturais, favorecem um ciclo de vida mais sustentável devido ao seu baixo tempo de degradação.

Dado o contexto dos problemas ambientais causados pelos descartes inadequados de resíduos orgânicos e dos plásticos derivados do petróleo, é urgente que se tomem ações que favoreçam melhores formas de reaproveitamento destes materiais, que são assuntos da emergência climática atual. Dessa forma, junto as pesquisas e ao serem presenciados descartes inadequados de resíduos orgânicos e produtos plásticos no ambiente escolar, nasceu a pergunta norteadora desta pesquisa: De que maneira a produção de biopolímeros poderia auxiliar o desenvolvimento sustentável, otimizando o uso de resíduos orgânicos na produção de materiais pedagógicos?

Dessa maneira foram elaborados os objetivos da pesquisa, sendo o geral: Produzir, a partir dos resíduos orgânicos, alternativas sustentáveis com aplicações práticas no ambiente escolar, focadas na construção de biopolímeros com fins utilitários para materiais didáticos; e os específicos: Reutilizar e/ou reciclar resíduos orgânicos no ambiente escolar; Produzir variados tipos de bioplásticos, testá-los e compará-los com outros materiais em aplicações didáticas.

Em busca de soluções para os objetivos e a problemática da pesquisa, produziu-se variados tipos de biopolímeros com proporções diferentes utilizando materiais que já possuem costume de serem rejeitados como: cascas de bananas, de laranja, de batata inglesa, de ovo e caroço de abacate, com a finalidade de serem utilizados de alguma forma na própria escola. Assim, desenvolveu-se um material consistente com aplicabilidade no âmbito didático escolar, que tem função de apagar quadros brancos.

Neste contexto, averiguou-se que os apagadores de quadros da escola são fabricados de plásticos e feltros sintéticos e que são descartados completamente assim que o feltro perde sua função. Daí surgiu a ideia

de explorar estes materiais na produção de apagadores de quadros com feltros sustentáveis, por meio de "2R's" importantes, conforme a política dos 5R's (Sanabria, 2024, p.3), a reutilização e a reciclagem.

A reutilização citada acontece a partir do plástico, a base do apagador, pois esta já seria destinada para a reciclagem convencional. Já a reciclagem, se dá por meio da transformação dos resíduos orgânicos em biopolímeros, que servirão como substitutos do feltro sintético, sendo estes utilizados como "refil" dos apagadores sustentáveis.

O produto desta pesquisa contribuiu para a educação ambiental no ambiente escolar, pois materiais antes rejeitados, foram e podem ser reutilizados e/ou reciclados, favorecendo a sustentabilidade na escola e a sua ação pedagógica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os RSU, popularmente conhecidos de forma vulgar como lixo, são produtos que comumente são eliminados por serem considerados inconvenientes sem levar em consideração seus potenciais de reciclagem e reutilização. Os resíduos orgânicos quando não separados por meio de coleta seletiva dos outros RSU, além do potencial poluente que possuem, dificultam o processo de reciclagem de materiais (Fonseca, 2024, p. 2-3).

Os crescentes descartes inadequados de RSU favorecem o surgimento de vetores transmissíveis de doenças e degradação do solo. Se realizados em lixões, unidos, principalmente, a resíduos orgânicos, podem ocasionar o surgimento de chorume. O chorume é um líquido altamente tóxico que pode contaminar os lençóis freáticos do solo e emitir na atmosfera gases poluentes, como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), que contribuem para o desenvolvimento acelerado do efeito estufa (Bezerra, 2024, p. 2-3).

Os polímeros derivados do petróleo, usualmente chamados de plásticos, trouxeram para a sociedade grandes avanços e comodidades, mas sua usabilidade exagerada vem causando problemas ambientais e sociais, sendo estes um dos RSU mais poluentes atualmente. Estes materiais podem comprometer o solo, as águas e a saúde humana quando descartados de forma inconsequente, pois sua degradação natural pode chegar até 500 anos. Uma das alternativas como potencial substituto destes materiais são os bioplásticos, uma das aplicações dos biopolímeros (Fernandes, 2019, p. 2).

Segundo Silva (2024, p. 24), bioplásticos, que são uma derivação dos biopolímeros, são polímeros encontrados a partir de matérias-primas da natureza obtidas principalmente da biomassa vegetal, diferentemente dos plásticos sintéticos que possuem origem da derivação do petróleo e de transformações químicas envolvidas em seus processos de construção. Por possuírem características de reutilização e reciclagem, conforme Sanabria (2024, p. 3), estão em consonância com a política de preservação ambiental dos 5 R's da sustentabilidade.

Segundo a European Bioplastics, um material plástico é classificado como bioplástico quando possui base biológica, é biodegradável, ou apresenta ambas as características. No caso de ser de base biológica, o termo implica que o material ou produto é, pelo menos parcialmente, derivado de biomassa, como milho, cana-de-açúcar ou celulose. A biomassa utilizada na produção de bioplásticos provém de fontes vegetais. A biodegradação, por sua vez, é um processo químico no qual microrganismos presentes no ambiente convertem os materiais em substâncias naturais,

como água, dióxido de carbono e compostos, sem a necessidade de aditivos artificiais. Vale ressaltar que a eficácia desse processo está sujeita às condições ambientais, como localização e temperatura, além das características específicas do material e sua aplicação. (SILVA, 2024, p. 25)

O amido (polissacarídeo natural composto por amilose e amilopectina) é um polímero vegetal encontrado em cereais, raízes e tubérculos, que, em conjunto de alguns resíduos orgânicos, contribui para a produção de bioplásticos. A amilose favorece a construção de filmes fortes e flexíveis, enquanto a amilopectina proporciona baixa resistência à flexibilidade. Para solucionar problemas na elaboração de materiais quebradiços, surgem os plastificantes, que quando unidos ao amido em temperaturas elevadas, possibilitam a deformação ideal para o material seguindo proporções adequadas (Sousa, 2024, p. 18-19).

Conforme Sousa (2024, p. 20), o método *casting* pode ser utilizado para construção de biopolímeros, para isso, são necessários três componentes: um agente para formação de filme, um plastificante e um solvente. Esta metodologia, que utiliza processo térmico, segundo a autora: "consiste em dissolver o amido em um solvente e depois colocá-lo sobre um suporte para que o solvente evapore. Isso resulta na formação de uma matriz contínua que dá origem aos filmes." (SOUSA, 2024, p. 20).

Destaca-se que os biopolímeros produzidos nas pesquisas dos trabalhos abordados neste referencial teórico focam na produção para setor industrial, na conservação de alimentos ou vislumbram aplicações futuras não especificadas. O que está em conformidade com o levantamento bibliográfico realizado por Melo (2025), onde não foram encontradas pesquisas com viés para produção de materiais didáticos. Dessa forma, o produto desta pesquisa torna-se inovador, pois não foram encontradas fontes que utilizassem os biopolímeros em funções didáticas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida com estudantes e profissionais do CEJA João Ricardo da Silveira em Quixadá-CE. O referencial teórico estrutural foi obtido nas seguintes plataformas: *Google Acadêmico* e *SciELO*. As buscas consistiram nos temas: impactos causados por RSU e suas formas de reaproveitamento, política dos 5R's da sustentabilidade e processos produtivos de bioplásticos.

As principais obras selecionadas foram: Síntese dos bioplásticos a partir do amido de batata inglesa, 2024, Maria Jânia de Queiroga Sousa; Impactos ambientais de resíduos sólidos urbanos, 2024, Jordânia Passos Fonseca; Aperfeiçoamento de utensílios descartáveis a partir do bioplástico, 2022, Edisley Mayra dos Santos Mendes.

Elaborou-se o escopo de ações desenvolvido de forma qualitativa e quantitativa, pois, conforme Mineiro (2022, p. 207), a pesquisa qualitativa pode consistir em uma abordagem de investigação, e a quantitativa foca no controle de dados.

De posse do referencial teórico, foram produzidos, inicialmente, variados biopolímeros no laboratório de ciências da escola, com foco específico nos resíduos: casca de banana e caroço de abacate. Em seguida, realizou-se uma oficina na escola, com vários alunos, dividida em dois momentos, uma para socializar a pesquisa no ambiente escolar e iniciar a produção dos biopolímeros, e a outra, para reproduzir e ampliar o número de biopolímeros.

Utilizou-se o método *casting*, visto na fundamentação teórica, para a construção de todos biopolímeros, conforme Tabela 1:

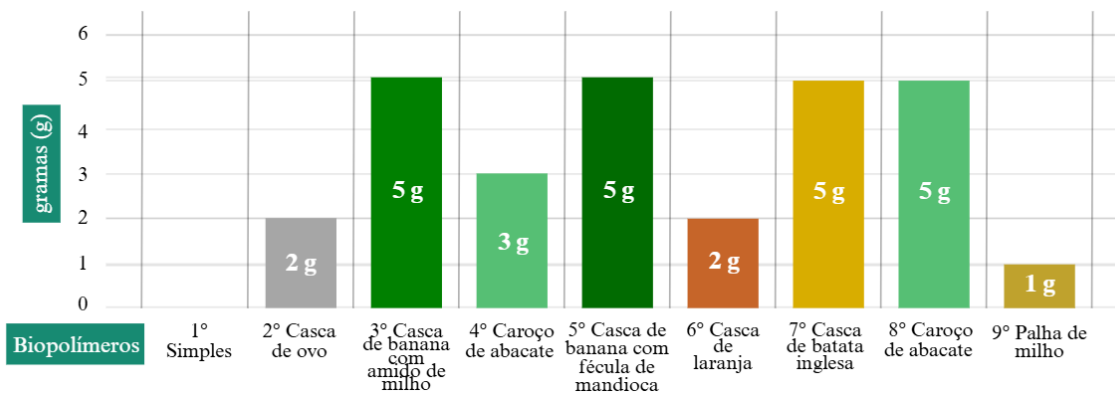
Tabela 1 - Método *casting*

MÉTODO <i>CASTING</i> PARA PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS
1. Solubilizar a biomassa com água através de um processador por 2 minutos;
2. Misturar todos componentes da fórmula;
3. Aquecer a mistura em fogo médio por 3 minutos;
4. Adequar os biopolímeros a forma desejada;
5. Descanso sob condições normais de temperatura e pressão (em laboratório) com tempo de secagem de 7 a 15 dias.

Fonte: Autores [2025]

Nas misturas, todos biopolímeros obedeceram a seguinte fórmula proporcional: 2,5g de amido ou fécula de mandioca, 15 ml de água de torneira, 2 ml de glicerina e 2 ml de vinagre de álcool. O biopolímero tipo "simples" não possui acréscimo de resíduos, os demais, estão representados no Gráfico 1 com seus nomes conforme material e massa adicionada às misturas, e em ordem cronológica, de acordo com sua produção e quantidade:

Gráfico 1 - Proporção de resíduos nas misturas



Fonte: Autores [2025].

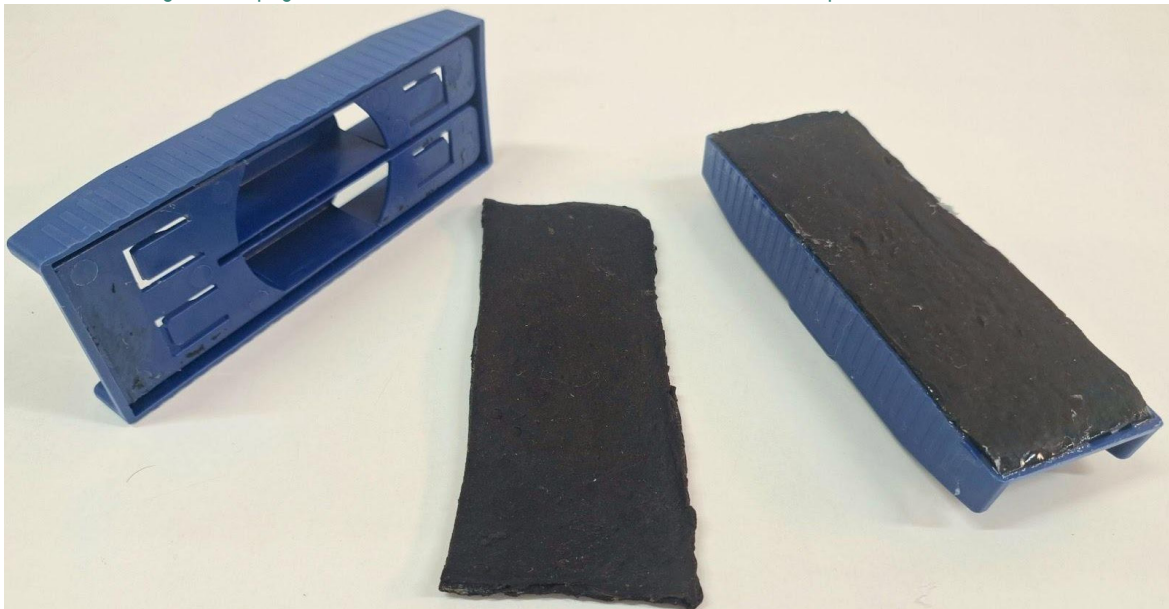
Produzidas as amostras dos biopolímeros citados no gráfico 1, foram realizados testes para verificar a absorção de água desses materiais, verificação do tempo de criação de fungos e os testes na função de refil dos apagadores de quadro. Dentre elas, as amostras compostas por casca de bananas e caroço de abacate melhor se adequaram à função de apagador de quadros, tornando-se, a partir daquele momento, o foco da pesquisa.

Os testes para verificar a absorção de água, por parte dos biopolímeros, foram realizados durante um mês, tendo resultados dos quantitativos percentuais das amostras em três momentos. A análise realizou-se a partir da imersão total das amostras em água, contida em béqueres, e pesagem dos materiais, em balança de precisão, ao final de 24 horas, três dias e trinta dias.

A análise da reprodução de micro-organismos nos materiais aconteceu por meio da verificação da proliferação notoriamente visual, notados o início do aparecimento dos bolores de fungos filamentosos, eram anotados os períodos no caderno de campo da pesquisa.

Para construir o protótipo do apagador sustentável, reutilizou-se a estrutura plástica de apagadores convencionais da própria escola (que seriam descartados) para servir de suporte manual, sendo a estes colados, com cola isopor, as amostras de biopolímeros para realizar a função desejada.

Figura 1 - Apagadores sustentáveis obtidos de cascas de bananas e plástico descartável



Fonte: Autores [2025]

Para verificar o rendimento dos apagadores sustentáveis, comparou-se o mesmo com um apagador novo de feltro sintético. Os testes nos dois modelos tiveram como objetivo determinar o tempo que esses apagadores realizavam suas funções de forma adequada. Ao final dos dias, os apagadores sustentáveis eram lavados em água corrente com detergente para retirar os excessos acumulados para serem reutilizados no dia seguinte.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir de testes realizados em laboratório com condições normais de temperatura e pressão. Analisou-se os nove tipos de biopolímeros produzidos considerando suas variações e aplicabilidades, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Testes dos biopolímeros produzidos

TIPOS DE BIOPOLÍMERO	Simples	Casca de ovo	Casca de banana com amido	Caroço de abacate (Os dois tipos)	Casca de banana com fécula	Casca de laranja	Casca de batata inglesa	Palha de milho
Consistência	Gelatinosa	Quebradiça	Emborrachada e leve maleabilidade	Quebradiça e fibrosa	Plástica / emborrachada e maleá-vel	Plástica / emborrachada e pouco maleá-vel	Emborrachada e leve maleabilidade	Fibrosa
Função de apagador	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Tempo para perda de forma ou rachaduras	30 dias	Após secagem	90 dias	Após secagem	Não alterou	Não alterou	15 dias	Após secagem
Lavável	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Início da proliferação de fungos	40 dias	40 dias	20 dias	15 dias	30 dias	40 dias	7 dias	40 dias

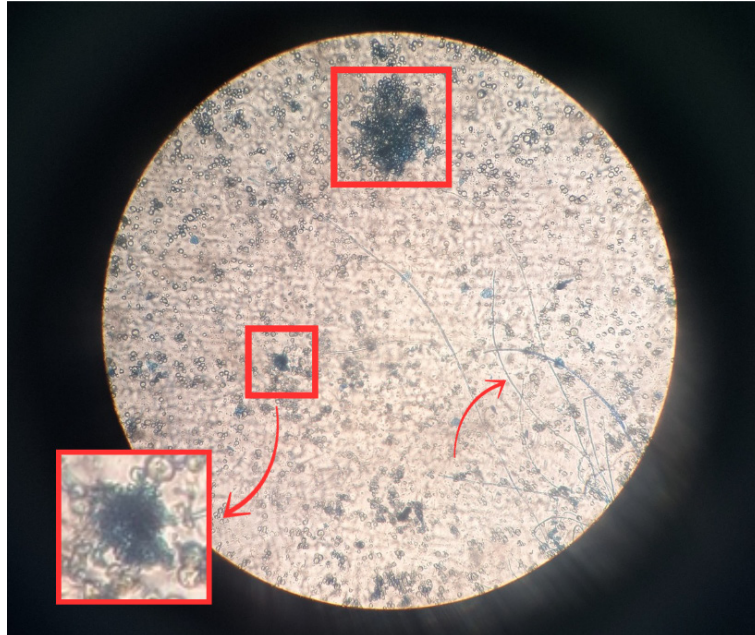
Fonte: Autores [2025]

Figura 2 - Amostras de biopolímeros produzidos



Fonte: Autores [2025]

Durante os testes observou-se que os biopolímeros proliferaram microrganismos decompositores, em especial no de caroço de abacate. Em análise microscópica, identificou-se que estes se tratavam de bolor. Segundo Mendes [2024, p. 36], bolor é um processo biodegenerativo de materiais ocasionado por fungos filamentosos. O fungo pode ser observado conforme Figura 3.

Figura 3 - Fungo obtido nos biopolímeros visto em microscópio

Fonte: Autores [2025]

Para os testes de absorção de água foram utilizadas amostras com 1,5g de cada biopolímero. Cada amostra foi imersa em béquer contendo água. Os gramas acrescidos na massa dos biopolímeros demonstram que houve absorção, dada proporção conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Absorção de água

PERÍODO IMERSO (Dias)	BIOPOLÍMEROS			
	Casca de banana com amido (Total de gramas)	% de absorção	Caroço de abacate (1° tipo - 5g) (Total de gramas)	% de absorção
1	1,9	26,6	2,1	40,0
3	1,9	26,6	2,1	40,0
30	2,2	46,6	Desintegrou	-

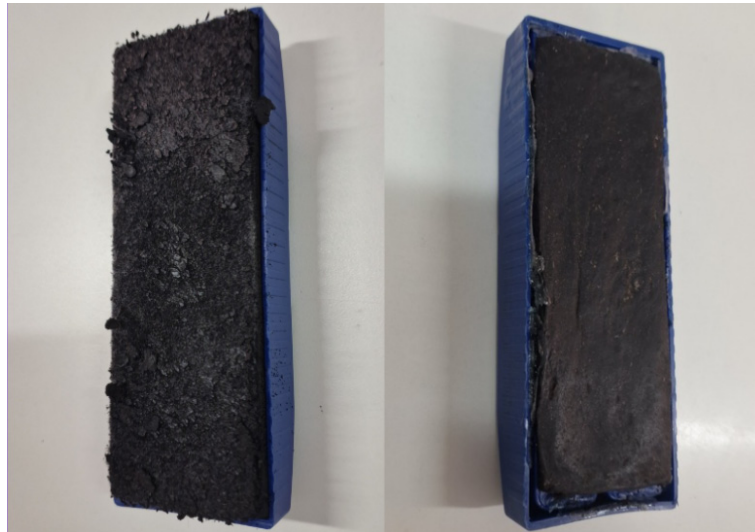
Fonte: Autores [2025]

Com o objetivo de identificar quais dos biopolímeros eram mais adequados à função de apagador de quadros, testou-se cada um dos protótipos. Os que atingiram os melhores resultados foram os obtidos da casca de banana, unidos ao amido de milho ou à fécula de mandioca nas preparações, sendo este último, o mais eficiente.

Dada a eficiência do biopolímero de casca de banana com fécula, iniciou-se a produção de refis para apagadores. Em seguida, realizou-se testes comparativos entre o apagador sustentável e o convencional durante 30 dias de forma contínua ao longo das aulas. O sustentável era lavado em água corrente com detergente no período noturno para tirar o excesso de tinta acumulado e, no dia seguinte, já estava apto para o uso, diferentemente do que acontece com os apagadores com feltro sintético, que se lavados, danificam ou demoram mais tempo para secar.

Ao final do período, no quesito durabilidade, o sustentável preservou sua função, mas seu tamanho começou a diminuir notoriamente no 15º dia, chegando ao 30º com espessura mais fina e meio centímetro menor em relação ao seu comprimento inicial do teste. No convencional, criou-se crostas de tintas, fato que prejudicou sua função, deixando os quadros manchados após as limpezas. O custo de produção de um apagador sustentável foi de aproximadamente R\$ 0,66 em julho de 2025, considerando proporcionalmente os preços da fécula e glicerina, sendo ainda menor em comparação aos convencionais comprados pela escola, que possuíam custo médio de R\$ 7,00.

Figura 4 - Comparativo após 30 dias



Fonte: Autores (2025)

Salienta-se, que no decorrer da pesquisa, os resíduos que não eram aproveitados na produção dos biopolímeros, continuavam a ser descartados de forma irregular, e para buscar solucionar esta lacuna, produziu-se uma composteira para descartá-los de forma conveniente.

Figura 5 - Espaço para destinação adequada dos resíduos orgânicos



Fonte: Autores (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa, fundamentada na reutilização e reciclagem de materiais que seriam descartados por serem tratados como lixo, atingiu seu objetivo geral com a construção de alternativas sustentáveis práticas para o uso pedagógico, como a produção de apagadores sustentáveis compostos por base plástica de apagadores já utilizados na escola e "refis" produzidos a partir de biopolímeros obtidos da casca de banana e fécula de mandioca, cujo custo total unitário estimado do material foi de R\$ 0,66.

O apagador pode ser vantajoso no aspecto econômico, devido à diferença de preço; sustentável, por ser desenvolvido através dos resíduos orgânicos; e pedagógico, por atender a função com o passar do tempo de uso. Neste sentido, o produto pode colaborar no aspecto econômico, ambiental e pedagógico.

O presente trabalho proporciona futuras pesquisas com biopolímeros buscando novas aplicabilidades. Pequenas ações, se multiplicadas, podem agregar valor ao planeta. Faça a diferença por um mundo mais sustentável!

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Emily Gonçalves Santos; PILATTI, Maria Clara; MEDEIROS, Gabriela. Técnicas de logística reversa do chorume de aterro sanitário como medida de controle de contaminação e impacto à saúde: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Educação e Inovação da Univel (REBEIS)**, Cascavel, v. 1, n. 7, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://periodicos.univel.br/ojs/index.php/rebeis/article/view/399>. Acesso em: 24 mar. 2025.

FERNANDES, Ailson da *Silva et al.* Análise do custo economizado através do manejo sustentável de resíduos orgânicos em Jaranápolis: uma abordagem para a gestão sustentável de resíduos sólidos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Málaga, v. 16, n. 4, p. e3870, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/3870>. Acesso em: 25 mar. 2025.

FERNANDES, Cícera Romana J. S. *et al.* Produção de bioplástico a partir da utilização de polímeros naturais. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2019, Montes Claros. **Anais [...]**. Montes Claros: Faculdade Santo Agostinho - FASA, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32135>. Acesso em: 26 mar. 2025.

FONSECA, Jordânia Passos; OLIVEIRA, Larissa Pereira de; LEITE, Mariana Vieira. Impactos ambientais de resíduos sólidos urbanos. **REVISTA DELOS**, Málaga, v. 17, n. 62, p. e3292, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/3292>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MELO, Silvana de Neves *et al.* Filmes biodegradáveis elaborados a partir de amido de mandioca: uma análise das inovações sustentáveis. **ARACÊ**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 4355-4372, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/3081/3820/11583>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MENDES, Anna Clara Peres Porto *et al.* **Embalagens biodegradáveis para fast-food produzidas por meio do pseudocaule da Musa spp.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Meio Ambiente) – Escola Técnica Estadual “Cônego José Bento”, Jacareí, 2024. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/3081/3820/11583>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MENDES, Edisley Mayra *et al.* Aperfeiçoamento de utensílios descartáveis a partir do bioplástico. **Revista Ceará Científico**, Sobral, v. 1, n. 1, p. 76-82, 2022. Disponível em: <https://periodicos.seduc.ce.gov.br/cearacientifico/article/view/642>. Acesso em: 27 mar. 2025.

MINEIRO, Márcia; SILVA, Mara A. Alves da; FERREIRA, Lúcia Gracia. Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. **Revista Momento – diálogos em educação**, Rio Grande, v. 31, n. 3, p. 201-218, set./dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/momento.v31i03.14538>.

SANABRIA, Alison De Oliveira; PEREIRA, Ademir de Souza; FIORUCCI, Antonio Rogério. Identificação das atitudes ambientais de estudantes do ensino médio de Itaquiraí-MS por meio do pentáculo ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE, 2024, Dourados. **Anais [...]**. Dourados: UEMS, 2024.

SILVA, Sandy Chaves da. **Bioplásticos à base de pectina e extrato de bagaço de malte**: uma abordagem circular para o setor agroindustrial - desenvolvimento, caracterização, prospecção tecnológica e estado da arte. 2024. 118 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2024. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/handle/10482/51618?locale=es>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SOUSA, Maria Jânia De Queiroga. **Síntese do bioplástico a partir do amido de batata inglesa**: uma proposta de experimento para o ensino de química. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Sousa, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/3909>. Acesso em: 28 mar. 2025.