DOI: 10.29327/2620317.9.1-3

Desenvolvimento e caracterização de bioplástico e larvicida com a utilização da casca do fruto jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) por estudantes do ensino médio

Development and characterization of bioplastic and larvicide using jatobá fruit peel (*Hymenaea stigonocarpa)* by high school students

Desarrollo y caracterización de un bioplástico y larvicida utilizando la cáscara del fruto de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) por estudiantes de secundaria

Ana Luiza Mendes Barfknecht
Ensino Médio
Instituição de formação: Centro de Ensino em Período Integral Osvaldo da Costa Meireles
Endereço Institucional: R. Corumbá - São Caetano, Luziânia - GO, 72805-350
E-mail: analuizabarfknecht@gmail.com

Isadora Rodrigues Rapatoni
Ensino Médio
Instituição de formação: Centro de Ensino em Período Integral Osvaldo da Costa Meireles
Endereço Institucional: R. Corumbá - São Caetano, Luziânia - GO, 72805-350
E-mail: isarapatoni@gmail.com

Manuela Alves
Ensino Médio
Instituição de formação: Centro de Ensino em Período Integral Osvaldo da Costa Meireles
Endereço Institucional: R. Corumbá - São Caetano, Luziânia - GO, 72805-350
E-mail: alvesmanuela878@gmail.com

Nathália Gonçalves Araujo
Ensino Médio
Instituição de formação: Centro de Ensino em Período Integral Osvaldo da Costa Meireles
Endereço Institucional: R. Corumbá - São Caetano, Luziânia - GO, 72805-350
E-mail: nathaliagoncalves146@gmail.com

Eloisa Batista Vieira de Brito
Ensino Médio
Instituição de formação: Centro de Ensino em Período Integral Osvaldo da Costa Meireles
Endereço Institucional: R. Corumbá - São Caetano, Luziânia - GO, 72805-350
E-mail: eloisabvb007@gmail.com

Gabrielle Rosa Silva
Doutorado em Ciências Biológicas
Instituição de formação: Universidade de Brasília
Endereço Institucional: UnB - Plano Piloto, Brasília - DF, 70910-900
E-mail: gabriellerosa10@gmail.com

RESUMO

Os plásticos estão presentes em praticamente todos os campos do ambiente e se tornaram um dos principais focos de discussão acadêmica, devido à sua abundância e impacto na saúde e na natureza. Estudos mostram que desde 1950 foram produzidos mais de 6,3 bilhões de toneladas de plástico, sendo que apenas uma pequena fração foi reciclada ou incinerada, enquanto o restante permanece no ambiente, onde se degrada em microplásticos. Esses fragmentos já foram detectados na cadeia alimentar humana e animal, levantando preocupações sobre seu potencial toxicidade e efeitos a longo prazo na saúde. Alternativas aos plásticos convencionais, como os bioplásticos, vêm sendo amplamente investigadas como soluções sustentáveis. Os bioplásticos, feitos a partir de fontes renováveis e biodegradáveis, podem reduzir significativamente os danos ambientais. No entanto, sua eficácia depende de uma correta gestão de seu ciclo de vida. Recentemente, pesquisas apontam para o uso de materiais naturais, como a casca do jatobá, na produção de bioplásticos e larvicidas, oferecendo uma solução inovadora e ecologicamente correta tanto para a poluição plástica quanto para o controle de vetores como o *Aedes aegypti* e oferecendo a visibilidade de inserção da educação científica dentro do ambiente da educação básica.

Palavras-chave: Jatobá; Bioplástico; *Aedes aegypti*; microplásticos; Ensino médio.

ABSTRACT

Plastics are present in virtually every aspect of the environment and have become a major focus of academic discussion due to their abundance and impact on health and nature. Studies show that since 1950, more than 6.3 billion tons of plastic have been produced, with only a small fraction being recycled or incinerated, while the remainder stays in the environment, where it degrades into microplastics. These fragments have already been detected in the human and animal food chain, raising concerns about their potential toxicity and long-term health effects. Alternatives to conventional plastics, such as bioplastics, are being widely investigated as sustainable solutions. Bioplastics, made from renewable and biodegradable sources, can significantly reduce environmental damage. However, their effectiveness depends on proper management of their life cycle. Recent research points to the use of natural materials, such as jatobá bark, in the production of bioplastics and larvicides, offering an innovative and environmentally friendly solution for both plastic pollution and the control of vectors such as Aedes aegypti, and providing visibility for the inclusion of scientific education within the basic education environment.

Keywords: Jatobá; Bioplastic; *Aedes aegypti*; Microplastics; High school.

RESUMEN

Los plásticos están presentes en prácticamente todos los aspectos del medio ambiente y se han convertido en un tema central de debate académico debido a su abundancia e impacto en la salud y la naturaleza. Los estudios demuestran que, desde 1950, se han producido más de 6300 millones de toneladas de plástico, de las cuales solo una pequeña fracción se recicla o incinera, mientras que el resto permanece en el medio ambiente, donde se degrada en microplásticos. Estos fragmentos ya se han detectado en la cadena alimentaria humana y animal, lo que genera preocupación por su posible toxicidad y sus efectos a largo plazo en la salud. Se están investigando ampliamente alternativas a los plásticos convencionales, como los bioplásticos, como soluciones sostenibles. Los bioplásticos, elaborados a partir de fuentes renovables y biodegradables, pueden reducir significativamente el daño ambiental. Sin embargo, su eficacia depende de una gestión adecuada de su ciclo de vida. Investigaciones recientes señalan el uso de materiales naturales, como la corteza de jatobá, en la producción de bioplásticos y larvicidas, ofreciendo una solución innovadora y respetuosa con el medio ambiente tanto para la contaminación por plásticos como para el control de vectores como el Aedes aegypti, y dando visibilidad a la inclusión de la educación científica en el ámbito de la educación básica.

Palabras clave: Jatobá; Bioplástico; *Aedes aegypti*; Microplásticos; Escuela secundaria.

1 INTRODUÇÃO

Os plásticos estão presentes em praticamente todos os compartimentos ambientais e se tornaram um dos temas mais discutidos nos círculos acadêmicos. Diversos estudos têm se concentrado em aspectos como métodos analíticos, origem, abundância, transporte, destino e degradação dos plásticos no ambiente, bem como seus impactos sobre o meio ambiente, a vida selvagem e a saúde humana (Geyer *et al*., 2017; Cveřenkárová *et al*., 2021).

No entanto, apesar dos avanços científicos, ainda existem lacunas importantes no conhecimento sobre o comportamento dos plásticos e microplásticos nos ecossistemas, especialmente em relação aos seus efeitos a longo prazo e interações com organismos vivos (Cox *et al*., 2019).

A nível mundial, a produção de plástico foi estimada em aproximadamente 380 milhões de toneladas em 2018. Desde 1950 até 2015,

foram produzidos cerca de 8,3 bilhões de toneladas de plástico em todo o mundo, dos quais apenas 9% foram reciclados e cerca de 12% incinerados (Geyer *et al*., 2017).

Essa problemática é evidenciada pela presença de microplásticos no ambiente, sendo detectados em diferentes níveis da cadeia alimentar. À medida que os microplásticos contaminam os ecossistemas, sua presença tem sido observada em organismos aquáticos e terrestres, levantando preocupações quanto aos impactos na saúde animal e humana (Cox *et al*., 2019; Cveřenkárová *et al*., 2021).

Os resíduos sólidos plásticos não biodegradáveis, quando são descartados no meio ambiente, causam graves danos e nocividade aos seres humanos. Devido à biodegradabilidade e renovabilidade dos biopolímeros, os plásticos à base de petróleo podem ser substituídos por polímeros de base biológica, a fim de minimizar os riscos ambientais (Kim *et al*., 2023; Jha *et al*., 2024).

Nessa perspectiva, os plásticos biodegradáveis são alternativas promissoras aos plásticos convencionais e persistentes. Embora os plásticos biodegradáveis necessitem de ser uma componente integrante das estratégias para minimizar a poluição plástica do ambiente, têm de ser utilizados e geridos com cenários específicos de fim de vida (Flury & Narayan, 2021; Gadaleta *et al*., 2025).

O jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) é uma árvore frutífera nativa do Cerrado, amplamente distribuída nesse bioma e considerada um recurso vegetal de grande importância ecológica e econômica (Castro *et al*., 2021). A espécie pode atingir entre 15 e 35 metros de altura, com frutificação geralmente ocorrendo entre os meses de junho e setembro.

O fruto apresenta casca de coloração marrom escuro, que representa uma fração significativa de sua massa total, sendo um componente relevante do ponto de vista de aproveitamento tecnológico (Silva *et al*., 2020). Na medicina tradicional, diferentes partes do jatobá são utilizadas no tratamento de diversas condições, como problemas gastrointestinais, respiratórios e inflamatórios, evidenciando seu potencial farmacológico (Orsi *et al*., 2012). Devido à elevada proporção de resíduos gerados, especialmente da casca,

estudos indicam que essa fração pode ser explorada como matéria-prima em diferentes aplicações, como substratos para mudas e produção de biomassa (Larson *et al*., 2018).

A casca do jatobá apresenta uma significativa atividade antioxidante, principalmente devido à presença de compostos fenólicos e flavonoides, que atuam na neutralização de radicais livres e na prevenção do estresse oxidativo. Estudos com espécies do gênero *Hymenaea* demonstram elevado teor de fenóis totais e forte capacidade antioxidante, evidenciada por ensaios como o DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) (Silva *et al*., 2014; Rufino *et al*., 2010).

Os extratos vegetais ricos em compostos fenólicos apresentam capacidade de sequestro de radicais livres e podem atuar na prevenção da peroxidação lipídica, protegendo estruturas celulares contra danos oxidativos (RUFINO et al., 2010). Essa propriedade é de grande importância na proteção contra danos celulares e doenças degenerativas associadas ao estresse oxidativo, como câncer e doenças cardiovasculares (Lobo *et al*., 2010; Zhang *et al*., 2015).

O mosquito *Aedes aegypti* é o principal vetor de doenças como dengue, zika e chikungunya, representando um grave problema de saúde pública em várias regiões tropicais e subtropicais. No combate a esse vetor, o uso de inseticidas naturais vem ganhando destaque devido à sua baixa toxicidade ambiental e ao aumento da resistência dos mosquitos a inseticidas sintéticos (Santos *et al*., 2025).

A casca do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* L.), uma planta nativa da América Latina, apresenta compostos bioativos com potencial atividade larvicida, sendo objeto de diversos estudos que buscam alternativas sustentáveis para o controle de mosquitos. Estudos demonstram que extratos vegetais apresentam atividade larvicida significativa contra as larvas de *Aedes aegypti*. De acordo com pesquisas experimentais com plantas do Cerrado brasileiro, diferentes extratos vegetais podem causar mortalidade larval em variadas concentrações, reforçando o potencial de compostos naturais no controle do vetor (Coelho *et al*., 2009).

Acredita-se que compostos como flavonoides, taninos e outros metabólitos secundários atuam desestabilizando as membranas celulares das

larvas, além de interferirem no sistema digestivo e fisiológico dos insetos, levando à morte (Almeida *et al*., 2025; Leandro *et al*., 2023).

Nesse contexto, considerando os impactos das ações humanas na saúde e no meio ambiente, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar produtos a partir da casca do fruto do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). Ao mesmo tempo, buscou-se integrar esse processo à educação científica, envolvendo as estudantes de forma ativa na construção do conhecimento. A proposta também teve como foco estimular o pensamento crítico, a consciência ambiental e o interesse pela ciência, incentivando principalmente a participação de meninas e contribuindo para a construção de seus projetos de vida.

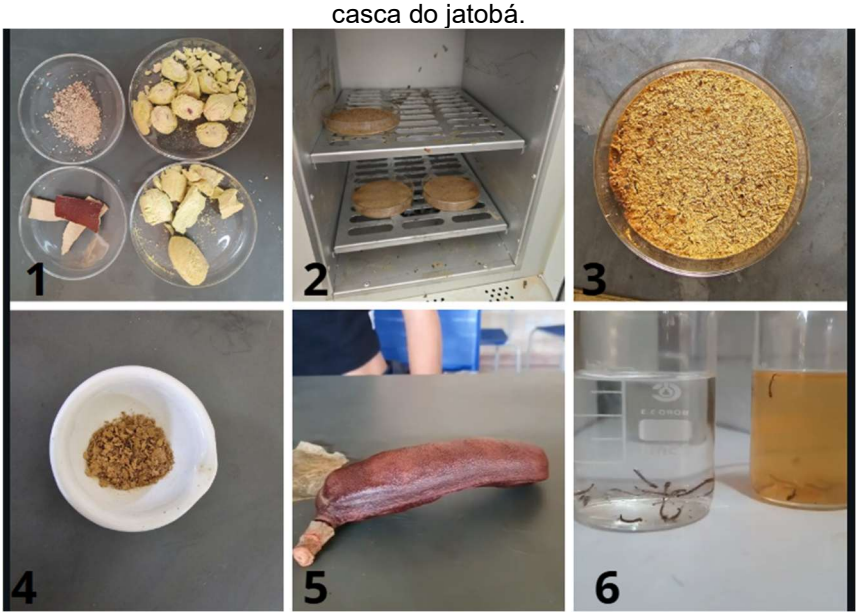
2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado no ambiente de laboratório de biologia no Colégio em Tempo Integral Osvaldo da Costa Meireles, localizado no município de Luziânia, no estado de Goiás. O trabalho foi produzido durante os semestres eletivos de 2024 na unidade escolar. A pesquisa foi desenvolvida sob orientação da professora e realizada pelos estudantes. As plataformas de busca, como Google acadêmico, foram a base para a pesquisa teórica do projeto.

Como parte da metodologia, o desenvolvimento do projeto foi estruturado a partir de uma abordagem investigativa, na qual as estudantes participaram ativamente de todas as etapas do processo científico. Foram realizadas discussões iniciais sobre problemas ambientais e de saúde pública, permitindo a definição do tema e dos objetivos do estudo. Paralelamente, foram desenvolvidas atividades de comunicação científica, incluindo a elaboração de relatórios, resumos e materiais para apresentação em feiras de ciências.

As metodologias a seguir foram adaptadas com base em estudos sobre produção de bioplásticos à base de amido (Rhim *et al*., 2013; Ncube *et al*., 2020). Para a produção do bioplástico, 2,5 g da polpa de jatobá foram misturados com 50 mL de água, 10 mL de vinagre e 2 g de glicerina (Figura 1).

Figura 1. Processos de produção de bioplástico e do extrato de jatobá. Em 1 o processo de trituração e separação dos componentes encontrados no fruto do jatobá (5). Em 2, 3 e 4, o processo de secagem trituração da casca do jatobá e 6 o processo de teste do extrato da casca do jatobá.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para a obtenção do material amiláceo, os frutos foram quebrados e a polpa interna removida. As polpas secas foram transferidas para um cadinho e maceradas com auxílio de pistilo até a obtenção de um pó fino, utilizado como base para a produção do bioplástico.

A mistura foi submetida à agitação e aquecimento a aproximadamente 70 °C em um béquer de 100 mL até a formação de uma matriz polimérica gelatinizada, conforme descrito em protocolos de bioplásticos de amido (Rhim *et al*., 2013). Em seguida, foram adicionados 2 g de casca de jatobá previamente macerada à mistura.

Posteriormente, o material foi transferido para moldes de formatos variados e mantido em temperatura ambiente por três dias para secagem e formação dos bioplásticos. Após esse período, os materiais foram retirados dos moldes e armazenados em condições ambientais controladas.

O teste de solubilidade em água foi realizado com avaliações a cada 10 minutos. Já os testes de biodegradação foram conduzidos com registros a cada 24 horas, incluindo a pesagem dos bioplásticos e a análise de sua degradação ao longo do tempo. Todos os procedimentos experimentais foram realizados em triplicata, garantindo maior confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados (Ncube *et al*., 2020).

Para a produção do larvicida, a metodologia foi adaptada com base em protocolos de extração de compostos bioativos e bioensaios larvicidas descritos na literatura (WHO, 2005; Pavela, 2015). A casca do jatobá (50 g) foi submetida à extração aquosa, sendo mantida em 200 mL de água a 100 °C por 15 minutos. A solução foi resfriada à temperatura ambiente e, posteriormente, adicionou-se 100 mL de álcool 70% (v/v), permanecendo em maceração por 24 horas. Após esse período, a solução foi filtrada e identificada como extrato, sendo armazenada em temperatura ambiente.

Para o bioensaio larvicida, foram utilizados béqueres de 25 mL, nos quais foram adicionadas 10 larvas de *Aedes aegypti* em cada unidade experimental, conforme recomendações padronizadas para testes larvicidas. O controle (Amostra A) foi composto por 25 mL de álcool 70% (v/v). A Amostra B foi constituída por 25 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2%. A Amostra C continha 20 mL de água e 5 mL do extrato de jatobá, enquanto a Amostra D foi composta por 15 mL de água e 10 mL do extrato.

Os efeitos sobre as larvas foram observados nos intervalos de 0, 10, 30 e 60 minutos, com registro dos dados em diário de bordo. Todos os experimentos foram realizados em triplicata, garantindo maior confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados (WHO, 2005; Pavela, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão de um artigo devem ser apresentados de maneira clara e organizada, com base nos dados coletados e nas análises realizadas durante o estudo. Os resultados devem ser apresentados de forma objetiva e concisa, utilizando tabelas, gráficos e estatísticas, se aplicável, para destacar as principais descobertas. Os resultados são interpretados à luz da literatura existente, destacando semelhanças, diferenças e implicações para a teoria e prática.

Além disso, são discutidas as limitações do estudo e possíveis direções para pesquisas futuras. É fundamental que tanto os resultados quanto a discussão sejam fundamentados em evidências sólidas e que contribuam significativamente para o avanço do conhecimento sobre o tema abordado.

Até a obtenção dos resultados, foram realizados no total 7 tentativas para obtenção do produto. A figura 2 mostra o processo de pesquisa realizada pelos estudantes durante a disciplina.

Figura 2. A imagem representa os estudantes realizando a pesquisa inicial para o desenvolvimento dos produtos.

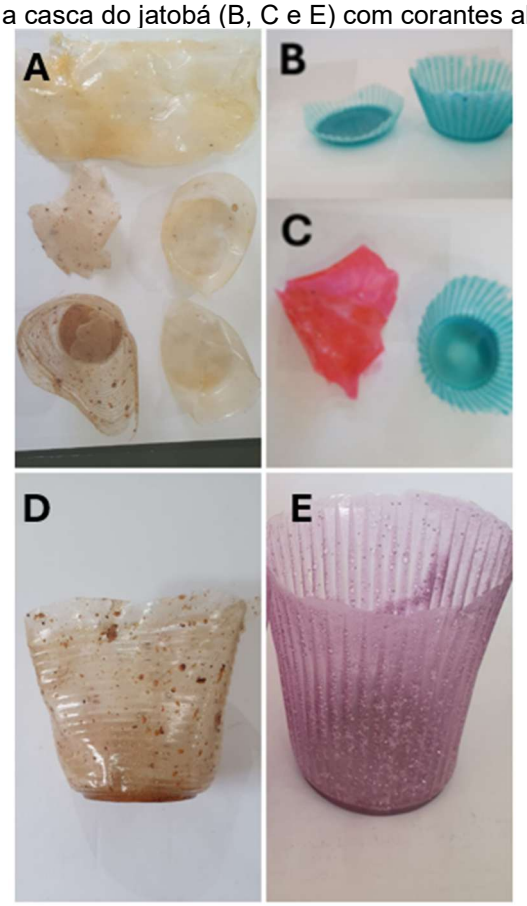


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os bioplásticos produzidos foram facilmente removíveis das estruturas usadas como moldes, mostrando uma flexibilidade em relação ao material. A combinação de resistência e flexibilidade em bioplásticos mostrou ser um grande diferencial. Um material que possui ambas as características são capazes de suportar tensões mecânicas sem se romper, enquanto mantém uma capacidade de adaptação a diferentes formatos e funções. Essa combinação faz com que o bioplástico tenha um desempenho mais eficiente e sustentável.

O teste de solubilidade em água foi realizado e os bioplásticos apresentaram resistência à água, indicando boa capacidade de reforço estrutural. A baixa solubilidade em água sugere que o bioplástico pode se comportar como um produto viável no ambiente natural (Figura 3 e 4). A solubilidade em água é uma propriedade importante, pois influencia diretamente a estabilidade e a taxa de degradação dos bioplásticos. Materiais com maior solubilidade tendem a se decompor mais rapidamente em condições úmidas, o que pode ser vantajoso para aplicações específicas, como produtos descartáveis e embalagens biodegradáveis (Ncube *et al*., 2020).

Figura 3. Etapas de caracterização e desenvolvimento do bioplástico com a casca do jatobá (A e D) e sem a casca do jatobá (B, C e E) com corantes alimentícios.



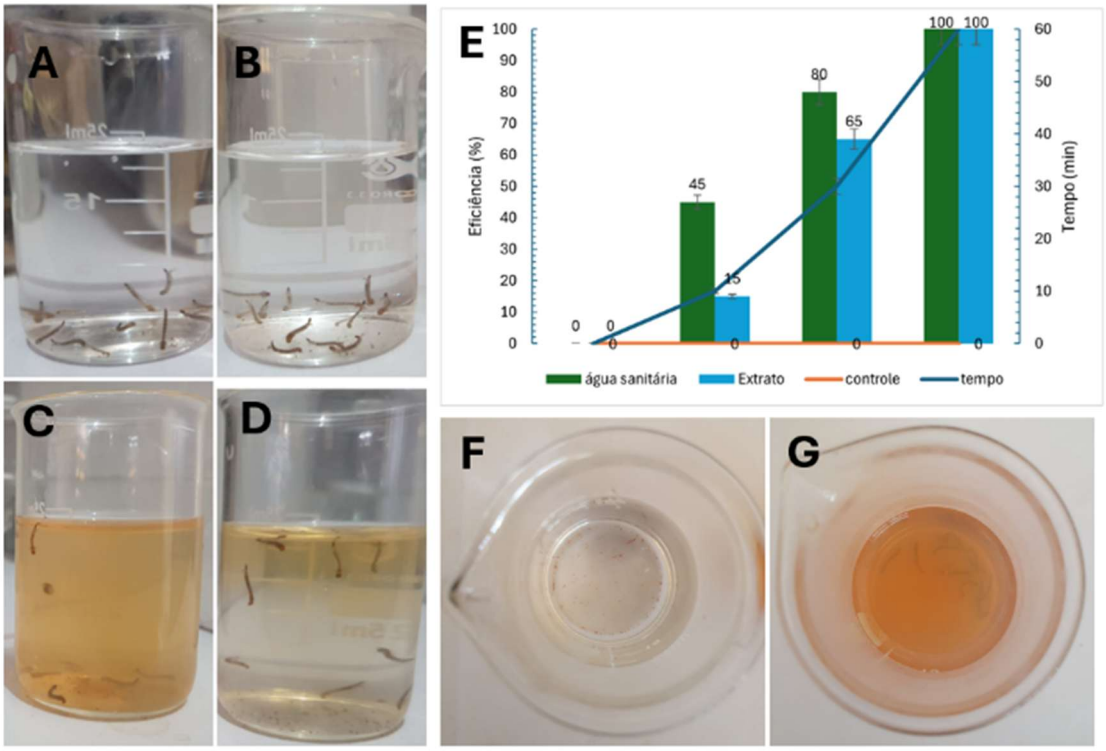
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 4. Etapas de caracterização e desenvolvimento de bioprodutos com o bioplástico com a casca do jatobá.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 5. Avaliação do extrato da casca do jatobá como larvicida. Larvas de *A. aegypti* na solução controle (A), com Hipoclorito de Sódio 2% (B), com extrato do jatobá (C com 10 mL e D com 5mL). Análise da eficiência pelo tempo com as soluções testadas (E). Análise da degradação dos tecidos das larvas com Hipoclorito de Sódio 2% (F) e 10 mL de extrato (G) após 24 horas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram uma eficácia de 100% (Figura 5) para a atividade larvicida do extrato da casca do jatobá. Estudos na literatura indicam que extratos vegetais apresentam atividade larvicida significativa contra larvas de *Aedes aegypti* (Coelho *et al*., 2009; Morais *et al*., 2023). Esses efeitos são frequentemente associados à presença de compostos bioativos, como flavonoides e taninos, que podem atuar sobre estruturas celulares e processos fisiológicos das larvas, contribuindo para sua mortalidade (Pavela, 2015). Os resultados deste trabalho corroboram achados da literatura, evidenciando o potencial de extratos vegetais no controle de vetores. Além disso, demonstram que práticas experimentais no contexto da educação básica podem contribuir para a produção de conhecimento científico relevante e alinhado a problemáticas ambientais e de saúde pública.

Em ensaios laboratoriais, concentrações de 100 a 500 ppm (partes por milhão) de extrato de casca de jatobá demonstraram eficácia larvicida,

resultando em mortalidade acima de 70% após 24 a 48 horas de exposição (Silva *et al*., 2001). O estudo sugere que os extratos apresentam ação rápida, sendo uma opção promissora para o controle biológico de larvas em reservatórios de água.

Os compostos bioativos presentes em plantas, como taninos e flavonoides, possuem propriedades adstringentes e antioxidantes que podem atuar sobre larvas de *Aedes aegypti*. Estudos indicam que extratos vegetais ricos em metabólitos secundários apresentam atividade larvicida, afetando estruturas celulares e levando à morte das larvas (Valotto *et al*., 2014; Santos *et al*., 2024). Além disso, esses compostos podem interferir em processos fisiológicos essenciais dos insetos, como digestão e desenvolvimento, reduzindo a sobrevivência das larvas e sua capacidade de atingir a fase adulta (Garcia; Correia, 2023).

Em relação a durabilidade e resistência e durabilidade, o bioplástico demonstrou ser resistente e demorou aproximadamente 2 meses para entrar em processo de decomposição (Figura 6).

Figura 6. Análise de resistência e durabilidade do bioplástico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O uso de extratos vegetais, como os derivados do jatobá, no controle de vetores representa uma alternativa promissora aos inseticidas sintéticos. Estudos demonstram que extratos de plantas apresentam atividade larvicida e são considerados mais biodegradáveis e com menor impacto ambiental quando comparados a produtos químicos convencionais (Pavela, 2015; Morais *et al*.,

2023).

Além disso, o uso de compostos naturais tende a apresentar menor toxicidade para organismos não-alvo, contribuindo para práticas mais sustentáveis no controle de vetores (Santos *et al*., 2024). A ampla distribuição do jatobá em regiões tropicais também favorece sua aplicação em estratégias locais de controle.

Nos resultados obtidos neste estudo, observou-se que o uso de hipoclorito de sódio promoveu rápida degradação das larvas, evidenciando sua alta reatividade química. Em contraste, o extrato de jatobá apresentou ação larvicida sem provocar degradação imediata das estruturas biológicas, o que sugere um mecanismo de ação mais gradual e potencialmente menos agressivo ao ambiente. Dessa forma, o extrato vegetal se apresenta como uma alternativa sustentável, contribuindo para a preservação das biomoléculas e redução de impactos ambientais.

Para além dos resultados experimentais, observou-se que a participação das estudantes no desenvolvimento do projeto e na apresentação na FEBRACE contribuiu significativamente para o engajamento com a ciência e para a valorização do conhecimento científico. As estudantes demonstraram maior interesse pelas atividades investigativas, desenvolvimento de autonomia e fortalecimento do pensamento crítico ao longo do processo. Esses resultados corroboram estudos que indicam que a participação em feiras de ciências favorece o aprendizado significativo e o desenvolvimento de competências científicas (Araújo; Mesquita, 2023).

Adicionalmente, a experiência impactou diretamente os projetos de vida das estudantes, estimulando o interesse pela continuidade dos estudos e pela inserção em carreiras científicas. Destaca-se, ainda, a relevância da participação feminina nesse contexto, uma vez que o envolvimento em atividades científicas contribuiu para o fortalecimento da identidade das alunas como protagonistas na produção do conhecimento. Iniciativas voltadas para meninas na ciência demonstram que experiências práticas e visibilidade em eventos científicos são fundamentais para ampliar a participação feminina e reduzir desigualdades de gênero nas áreas STEM (Machado; Souza; Mello-Carpes, 2018; UNESCO, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam que a utilização da casca do jatobá na produção de bioplásticos e no desenvolvimento de extratos com atividade larvicida representa uma alternativa promissora, sustentável e alinhada às demandas ambientais atuais. A valorização de um resíduo natural do Cerrado reforça princípios de economia circular, ao mesmo tempo em que contribui para a redução da poluição causada por plásticos convencionais e para o desenvolvimento de soluções no controle de vetores de importância em saúde pública, como o *Aedes aegypti*. Dessa forma, o trabalho integra inovação científica com responsabilidade ambiental, demonstrando o potencial de recursos naturais brasileiros na geração de tecnologias sustentáveis.

Além dos avanços científicos, destaca-se o impacto educacional e social proporcionado pelo projeto. A participação ativa das estudantes em todas as etapas da pesquisa, aliada à apresentação em um evento de relevância nacional como a FEBRACE, contribuiu significativamente para o desenvolvimento de habilidades científicas, pensamento crítico e autonomia. Essa vivência ampliou as perspectivas acadêmicas das estudantes, incentivando a continuidade dos estudos e fortalecendo seus projetos de vida, especialmente no que se refere à inserção em áreas científicas.

Por fim, ressalta-se a importância de iniciativas que promovam a inclusão e o protagonismo feminino na ciência. A experiência vivenciada ao longo do projeto possibilitou que as estudantes se reconhecessem como produtoras de conhecimento, rompendo barreiras e estereótipos de gênero historicamente presentes nas áreas científicas. Assim, este trabalho não apenas contribui para o avanço do conhecimento científico, mas também para a formação de cidadãs críticas, engajadas e capazes de atuar na transformação social por meio da ciência.

ODS

ODS 3 – SAÚDE E BEM-ESTAR

ODS 4 – EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

ODS 12 – CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

ODS 13 – AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

ODS 15 – VIDA TERRESTRE

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P. *et al*. **Larvicidal and adulticidal activity of plant extracts against *Aedes aegypti***. *Brazilian Journal of Biology*, 2025. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41221931/. Acesso em: 26 abr. 2026.

ARAÚJO, R. R.; MESQUITA, T. P. **Meninas nas Ciências**. *Revista Educação Pública*, 2023. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/divulgacao-cientifica/index.php/educacaopublica/article/view/379. Acesso em: 26 abr. 2026.

CASTRO, R. S. *et al*. **Variabilidade fenotípica de frutos e sementes de *Hymenaea stigonocarpa***. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 51, 2021. Disponível em: https://revistas.ufg.br/pat/article/view/67292. Acesso em: 26 abr. 2026.

COELHO, A. A. M. *et al*. **Larvicidal Activity of Plant Extracts on *Aedes aegypti***. *BioAssay*, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.14295/BA.v4.0.22. Acesso em: 26 abr. 2026.

COX, K. D. *et al*. **Human consumption of microplastics**. *Environmental Science & Technology*, v. 53, n. 12, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517. Acesso em: 26 abr. 2026.

CVEŘENKÁROVÁ, K. *et al*. **Microplastics in the food chain**. *Life*, v. 11, n. 12, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2075-1729/11/12/1349. Acesso em: 26 abr. 2026.

FLURY, M.; NARAYAN, R. **Biodegradable plastic as an integral part of the solution to plastic waste pollution of the environment**. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2021.100490. Acesso em: 26 abr. 2026.

GADALETA, G. *et al*. **Biodegradability of Bioplastics in Managed and Unmanaged Environments: A Comprehensive Review**. *Materials*, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ma18102382. Acesso em: 26 abr. 2026.

GARCIA, L. F. A.; CORREIA, M. V. **A madeira como fonte de larvicidas naturais contra *Aedes aegypti***. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4336/2023.pfb.43e202002174. Acesso em: 26 abr. 2026.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. **Production, use, and fate of all plastics ever made**. *Science Advances*, v. 3, n. 7, 2017. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782. Acesso em: 26 abr. 2026.

JHA, S. *et al*. **Biodegradable Biobased Polymers: A Review of the State of the Art, Challenges, and Future Directions**. *Polymers*, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/polym16162262. Acesso em: 26 abr. 2026.

KIM, M. S. *et al*. **A Review of Biodegradable Plastics: Chemistry, Applications, Properties, and Future Research Needs**. *Chemical Reviews*, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00876. Acesso em: 26 abr. 2026.

LARSON, L. C. S. R. *et al*. **Substrates and seedling quality of *Hymenaea stigonocarpa***. *Bioscience Journal*, v. 34, n. 3, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14393/BJ-v34n3a2018-37424. Acesso em: 26 abr. 2026.

LEANDRO, C. S. *et al*. **Larvicidal activity of plant extracts against *Aedes aegypti***. *Brazilian Journal of Biology*, 2023. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37075427/. Acesso em: 26 abr. 2026.

LOBO, V. *et al*. **Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health**. *Pharmacognosy Reviews*, 2010. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249911/. Acesso em: 26 abr. 2026.

MACHADO, M. C. F.; SOUZA, M. A.; MELLO-CARPES, P. B. **Mulheres na ciência: divulgando possibilidades de carreira científica com escolares**. *Ciência em Extensão*, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.23901/1679-4605.2018v14n1p43-53. Acesso em: 26 abr. 2026.

NCUBE, L. K. *et al*. **Environmental impact of food packaging materials: A review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials**. *Materials*, v. 13, n. 21, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/1996-1944/13/21/4994. Acesso em: 26 abr. 2026.

ORSI, P. R. *et al*. **Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne: A Brazilian medicinal plant with gastric and duodenal anti-ulcer and antidiarrheal effects in experimental rodent models**. *Journal of Ethnopharmacology*, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.001. Acesso em: 26 abr. 2026.

PAVELA, R. **Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review**. *Industrial Crops and Products*, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.050. Acesso em: 26 abr. 2026.

RHIM, J. W.; PARK, H. M.; HA, C. S. **Bio-nanocomposites for food packaging applications**. *Progress in Polymer Science*, v. 38, n. 10-11, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.008. Acesso em: 26 abr. 2026.

RUFINO, M. S. M. *et al*. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método DPPH**. Embrapa, 2010. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/16354/1/doc127.pdf. Acesso em: 26 abr. 2026.

SANTOS, E. C. N. *et al*. **Identification of larvicidal activity of medicinal plants against *Aedes aegypti***. *Revista Fitos*, 2024. Disponível em: https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/1619. Acesso em: 26 abr. 2026.

SANTOS, E. F. *et al*. **Larvicidal Activity of Plant Extracts Against *Aedes aegypti***. *Molecules*, 2025. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40807291/. Acesso em: 26 abr. 2026.

SILVA, E. F. *et al*. **Caracterização física, físico-química e centesimal do fruto de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*)**. *Revista Verde*, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6992. Acesso em: 26 abr. 2026.

SILVA, M. R. *et al*. **Caracterização química e nutricional de frutos de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa Mart.*)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 2, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/8GdB4Xm3L7xXyT5z5v5K6zG/. Acesso em: 26 abr. 2026.

SILVA, M. R. *et al*. **Composição química e atividade antioxidante de frutos do Cerrado**. *Ciência Rural*, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/6cR6QFq3rYyQ8qX6c3v8q9M/. Acesso em: 26 abr. 2026.

UNESCO. **Cracking the code: Girls' and women's education in STEM**. 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479. Acesso em: 26 abr. 2026.

VALOTTO, C. F. B. *et al.* **Atividade larvicida sobre *Aedes aegypti* evidenciada pelas alterações morfohistológicas**. *Revista de Patologia Tropical*, 2014. Disponível em: https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/32214. Acesso em: 26 abr. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides**. 2005. Disponível em: https://apps.who.int/iris/handle/10665/69101. Acesso em: 26 abr. 2026.

ZHANG, Y. J. *et al*. **Natural antioxidants and their role in prevention of diseases**. *Molecules*, 2015. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/20/1/1937. Acesso em: 26 abr. 2026.