



PRODUÇÃO DE RECIPIENTES PARA CULTIVO UTILIZANDO AMIDO DE MILHO E CASCA DE BANANA ENRIQUECIDO COM FOSFATO

Franquá Silva De Sá Teles^{1*}
Henrique Valadão Filgueira Dias¹
Kauan Guilherme Gomes de Oliveira¹
Laís Lira Dos Santos¹
Ranyelle Aparecida dos Santos Matos Silva¹
Victor Yuri Alves da Silva¹

Orientadora: Prof. Dra. Aline Alves Ramos
Coorientadora: Prof^a. Especialista Thais Taciano dos Santos

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver recipientes biodegradáveis para o cultivo de mudas, produzidos a partir de amido de milho e casca de banana enriquecidos com fosfato. A metodologia envolveu a preparação, moldagem e caracterização do material por meio de análises visuais, físicas e estruturais, incluindo testes de resistência, flexibilidade, solubilidade em água, teor de umidade, gramatura e degradação. Os resultados indicaram potencial de aplicação no cultivo vegetal, associando biodegradabilidade ao aproveitamento de resíduos agroindustriais e à liberação de fósforo. Conclui-se que a utilização desses materiais constitui uma alternativa promissora para a produção de recipientes sustentáveis, contribuindo para a redução do uso de plásticos convencionais e para práticas agrícolas mais responsáveis.

Palavras-chave: Bioplásticos. Casca de banana. Amido de milho. Fosfato. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study aimed to develop biodegradable containers for seedling cultivation, produced from phosphate-enriched corn starch and banana peel. The methodology involved material preparation, molding, and characterization through visual, physical, and structural analyses, including tests for strength, flexibility, water solubility, moisture content, grammage, and degradation. The results indicated potential for application in plant cultivation, combining biodegradability with the utilization of agro-industrial waste and phosphorus release. It is concluded that the use of these materials represents a promising alternative for producing sustainable containers, contributing to the reduction of conventional plastic use and fostering more responsible agricultural practices.

Keywords: Bioplastics. Banana peel. Corn starch. Phosphate. Sustainability.

¹ Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil
Kauango27@gmail.com

Recebido em: 21/06/2026

Apresentado à banca em: 26/06/2026

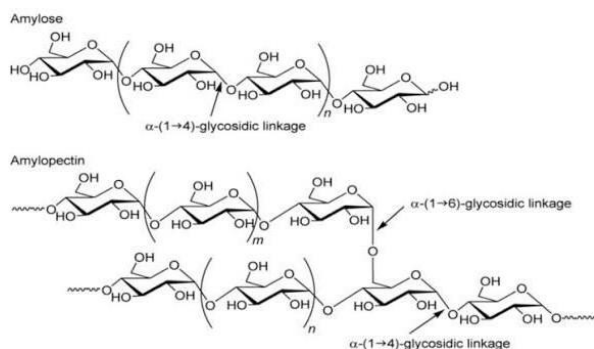
1 INTRODUÇÃO

A indústria de transformados plásticos convencionais movimentou bilhões de reais anualmente, apresentando crescimento significativo desde meados do século XX. Entretanto, apesar de suas diversas aplicações e benefícios, esses materiais são responsáveis por impactos ambientais relevantes, principalmente devido à sua baixa biodegradabilidade e ao descarte inadequado. Dados de 2021 indicam que, das 365 milhões de toneladas de plástico produzidas anualmente no mundo, apenas 19,5% são recicladas. O restante é destinado a aterros sanitários, incinerado ou descartado diretamente no meio ambiente, contribuindo para a poluição de solos, rios e oceanos (ABIPLAST, 2025; FERDOUS et al., 2021; FRANÇA et al., 2022).

Nesse contexto, os bioplásticos surgem como uma alternativa promissora, sendo amplamente estudados devido às suas propriedades semelhantes às dos plásticos convencionais, o que permite sua aplicação na fabricação de embalagens, sacolas, garrafas, entre outros produtos. Seu potencial está associado à possibilidade de serem produzidos a partir de fontes renováveis, além de apresentarem biodegradabilidade, atendendo à crescente demanda por materiais mais sustentáveis e contribuindo para a redução dos impactos ambientais (DIAS, 2023).

Entre as matérias-primas utilizadas, o amido destaca-se por sua abundância, baixo custo e origem vegetal. Sua composição, formada por amilose e amilopectina, confere propriedades características e elevada biodegradabilidade. A amilose apresenta estrutura linear, enquanto a amilopectina possui estrutura ramificada, conforme ilustrado na Figura 1, tornando o amido amplamente empregado na produção de materiais biodegradáveis (LIMA et al., 2024).

Figura 1 – Estrutura da amilose (linear) e da amilopectina (ramificada).



Fonte: Adaptado de NAWAZ et al. (2021).

Além disso, a incorporação de resíduos agroindustriais, como a casca de banana, contribui para a redução do desperdício e para a valorização de subprodutos frequentemente descartados. Estima-se que cerca de 50% da produção de banana seja perdida entre o campo e o consumidor final, envolvendo tanto a polpa quanto a casca. Esse resíduo apresenta composição rica em fibras e compostos orgânicos, podendo atuar como reforço estrutural em matrizes poliméricas (Neris et al., 2018).

Na agricultura, é comum a utilização de recipientes plásticos para o transporte e cultivo de mudas, nos quais estas são mantidas durante sua fase inicial de desenvolvimento. Esses recipientes são amplamente utilizados devido à sua versatilidade, facilitando o transporte e a organização das plantas. Entretanto, seu uso representa um problema ambiental significativo, devido à baixa biodegradabilidade dos plásticos, o que tem incentivado a busca por alternativas mais sustentáveis, como os bioplásticos (ALVES, 2013). Paralelamente, a incorporação de propriedades funcionais que potencializem a aplicação desses materiais na agricultura tem sido investigada (CHUITICOSKI, 2025). Nesse cenário, a aditivação com fósforo surge como uma estratégia promissora. O fósforo, absorvido pelas plantas principalmente na forma de íons fosfato, é um macronutriente essencial para o desenvolvimento vegetal, atuando no crescimento radicular, na transferência de energia celular e no estabelecimento inicial das mudas (SOUZA et al., 2021). A incorporação de sais como o fosfato de sódio monobásico (NaH_2PO_4) na matriz polimérica permite que o próprio recipiente atue como um sistema de liberação controlada de nutrientes à medida que sofre o processo de biodegradação no solo, reduzindo a necessidade de fertilizações minerais adicionais.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo a produção de recipientes para cultivo utilizando amido de milho e casca de banana enriquecido com fosfato.

2 METODOLOGIA

2.1. MATERIAIS

Os reagentes empregados no desenvolvimento desta metodologia, bem como suas respectivas fórmulas químicas, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: reagentes e suas respectivas fórmulas químicas.

Reagente	Fórmula molecular
Fosfato	NaH_2PO_4
Água destilada	H_2O
Ácido acético	CH_3COOH
Glicerol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$
Amido de milho	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$

Fonte: próprio autor, 2026.

2.2. MÉTODOS

As bananas foram obtidas em mercearias locais, enquanto a terra vegetal da marca Verde.home foi adquirida na loja Verde.home, localizada na Av. Dr. Rowilson Renno Raphaelli, 357, Distrito Industrial I.

2.2.1. Produção do filme biodegradável enriquecida com fosfato

O percurso metodológico deste estudo fundamentou-se nos protocolos propostos por Firmino et al. (2024) e Moraes et al. (2020), com ajustes pertinentes à natureza dos precursores utilizados, visando a otimização da síntese e caracterização de um bioplástico aditivado com fosfato.

Inicialmente, procedeu-se à higienização das cascas de banana em água destilada, seguido logo após de cortes até que sobrassem pequenos fragmentos das cascas. Foi pesado 25 g do material em um béquer de 100 mL e vertida em água destilada até a completa submersão. A amostra foi submetida ao aquecimento na placa de aquecimento a uma temperatura de 90 °C, sob um intervalo de 20 minutos, para a redução do volume, conforme orientado por Polímero (2018). Posteriormente, o material foi transferido para o liquidificador por cerca de 2 minutos até a obtenção de uma pasta de consistência uniforme.

Em etapa concomitante, 7,76 g de fosfato de sódio monobásico foram pesados para posterior incorporação. Paralelamente, promoveu-se a dispersão de 10 g de amido de milho em 15 mL de água destilada. Alíquotas de 10 mL de vinagre de maçã e glicerol (glicerina) foram aferidas em provetas distintas.

Sequencialmente, todos os componentes exceto o fosfato foram respectivamente incorporados gradualmente em um béquer de 250 mL sob agitação constante com bastão de vidro. O fosfato foi adicionado na fase final da mistura. A formulação final foi novamente submetida a 90 °C

até a obtenção de uma consistência pastosa. O bioplástico foi vertido em moldes de placa de petri, onde permaneceu até a secagem. Por fim, o experimento foi delineado em triplicata, sendo empregados corpos de prova com dimensões de 4 cm x 4 cm, para os testes de degradação foram utilizados intervalos cronológicos de 14 e 21 dias. Os recipientes foram codificados conforme o grupo amostral.

2.2.2. Caracterização dos filmes

Resistência e flexibilidade

Visando a avaliação de tributos como coloração, opacidade, uniformidade da matriz, para a avaliação da resistência e flexibilidade. O material foi submetido a esforços de dobramento em angulações e eixos distintos, com o fito de monitorar a memória elástica do polímero e a possível ocorrência de falhas estruturais, tais como fissuras, fraturas ou descontinuidades na matriz. O procedimento foi realizado em ciclos repetitivos, visando aferir a resistência do bioplástico à fadiga mecânica e a manutenção de sua integridade física sob tensão, conforme orientado por Firmino et. al. (2024).

Solubilidade

A determinação da solubilidade em água dos bioplástico foi realizada visando assegurar a reprodutibilidade estatística dos dados. Inicialmente, as amostras foram pesadas em balança analítica para a obtenção da massa inicial. Sequencialmente, as amostras foram condicionadas em béqueres de 50 mL contendo 30 mL de água destilada, permanecendo em repouso sob temperatura ambiente por um período de 24 horas. Posteriormente, os resíduos foram recuperados e submetidos a um novo processo de secagem até constância de massa. A fração mássica remanescente (resíduo insolúvel) foi quantificada e o percentual de solubilidade foi calculado conforme a expressão matemática descrita na Fórmula 1 (LUCENA, 2017).

Fórmula 1: Solubilidade

$$S = \frac{M_{\text{inicial}} - M_{\text{final}}}{M_{\text{inicial}}} \cdot 100$$

Gramatura

Para a determinação da densidade superficial (gramatura), as amostras foram submetidas à pesagem em balança analítica.

Procedeu-se à quantificação da gramatura, fundamentando-se na adaptação metodológica feita por Sellmer et al. (2024).

Fórmula 2: Gramatura

$$\text{Gramatura} \left(\frac{g}{m^2} \right) = \frac{\text{massa}_{(g)}}{\text{área}_{(m^2)}} \cdot 100$$

Umidade

A determinação da umidade foi feita seguindo as diretrizes da Geothra (s.d.). Para a mensuração do teor de umidade residual, as amostras foram submetidas à secagem térmica em estufa a 105 °C por um período de 24 horas, visando a eliminação de componentes voláteis. Após o intervalo de tempo, os espécimes foram novamente aferidos em balança analítica para a determinação da massa.

O conteúdo de umidade em porcentagem foi quantificado por meio da Fórmula 3:

Fórmula 3: Teste de Umidade

$$\text{umidade} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100$$

Degradação

A análise do perfil de biodegradação foi executada em conformidade com o protocolo descrito por Sellmer et al. (2024). Para tal, os espécimes foram previamente desidratados e estabilizados pesados em balança analítica. Posteriormente foram incorporadas a terra neutra. A capacidade de campo do substrato foi preservada mediante irrigação periódica a cada cinco dias, conforme orientado por NETO (2017). Decorridos os períodos de exposição, os corpos de prova foram recuperados, higienizados para a eliminação de particulados e submetidos à pesagem analítica para a quantificação da perda de massa, viabilizando a determinação da taxa de suscetibilidade degradativa do material.

2.2.3. Produção dos recipientes para cultivo

A confecção dos recipientes para cultivo seguiu a metodologia de moldagem direta utilizando copos de isopor com capacidade de 300 mL como matrizes estruturais. A massa pastosa do bioplástico enriquecido com fosfato, foi disposta de

forma homogênea sob a superfície externa desses recipientes de isopor.

Após a aplicação do material nas matrizes, as estruturas foram devidamente armazenadas em ambiente controlado. O delineamento experimental foi executado em triplicata, sendo todos os recipientes devidamente codificados e identificados de acordo com seus respectivos grupos amostrais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Teste de Resistência e flexibilidade

A metodologia de moldagem direta resultou na obtenção de recipientes com características morfológicas homogêneas e integridade estrutural preservada após a secagem. O bioplástico sintetizado apresentou um aspecto macroscópico maleável, com flexibilidade semelhante à de polímeros sintéticos convencionais. Contudo, os recipientes demonstraram alta sensibilidade ao manuseio, evidenciada por uma baixa resistência a tensões mecânicas e propensão a deformações sob pressão moderada.

3.2. Teste de solubilidade

Nos testes de solubilidade em água, as médias foram de 70,96% para o Lote 1, 65,86% para o Lote 2 e 69,85% para o Lote 3. Estes números indicam que o material interage bastante com a água, o que é comum em polímeros biodegradáveis à base de amido. A glicerina usada como plastificante pode ter contribuído para isso, pois aumenta a mobilidade molecular e facilita a absorção de água pela estrutura. Embora altas taxas de solubilidade possam ser um problema para aplicações que exigem resistência à umidade a longo prazo, para recipientes de mudas, essa característica pode ser positiva, pois acelera a decomposição do material após o uso (MÜLLER et al, 2009)

3.3. Teste de gramatura

Os testes de gramatura resultaram em corpos de prova com área nominal de 0,0032 m².

3.4. Teste de umidade

Os testes de umidade revelaram que as amostras continham bastante água residual. O Lote 1 registrou uma média de 61,93% de umidade, enquanto o Lote 2 atingiu 65,68%. Isso mostra que o material retém bastante água, principalmente por causa da natureza hidrofílica do amido e das fibras da casca de banana. Conforme Scheid et al. (2013) explicam, bioplásticos feitos com amidos vegetais atraem moléculas de água devido aos grupos hidroxila em sua composição química.

3.5. Teste de degradação

Os testes de decomposição em solo mostraram que o material se degrada facilmente. As amostras perderam, em média, 100%, 81,56% e 64,05% de sua massa. Essa redução expressiva na massa demonstra a ação de microrganismos do solo sobre os componentes orgânicos, especialmente o amido de milho e as fibras da casca de banana. Dantas et al. (2024) relataram resultados parecidos, com alta decomposição em materiais biodegradáveis feitos de fontes vegetais ricas em carboidratos.

A rápida taxa de decomposição sugere que este material pode ajudar a reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte de recipientes plásticos comuns na agricultura. Enquanto plásticos sintéticos podem levar décadas para se decompor, os recipientes desenvolvidos em nosso estudo se degradam significativamente em um curto período.

Além da desintegração da base polimérica, os achados indicam potencial para liberação gradual do fosfato incorporado, porém são necessários estudos específicos para confirmar e quantificar essa liberação. Visto que a solução de fosfato foi adicionada na fase final da mistura para mitigar a degradação térmica dos nutrientes (RISSO, 2017) e para melhor absorvância do composto na substância (MACHADO, 2024).

Ainda que não tenham sido feitos exames direcionados para medir a quantidade de fósforo acessível no solo após a decomposição dos recipientes, a marcante diminuição do volume do material sugere fortemente que os componentes adicionados à base, incluindo o fosfato, foram gradualmente disponibilizados ao redor. Essa faceta aumenta as opções de uso do material na agricultura, principalmente na criação de mudas, onde a junção entre a capacidade de se decompor e o fornecimento progressivo de nutrientes pode configurar uma opção ecológica aos recipientes plásticos comuns.

3.6. Análise visual

Ao examinarmos os recipientes, notamos que eles formavam uma estrutura contínua e uniforme. A cor característica, resultado da adição da casca de banana, era visível. Não encontramos rachaduras importantes ou falhas na estrutura que comprometessem a integridade do material. A casca de banana deu ao bioplástico uma aparência opaca, algo que Firmino et al. (2024) também observaram em materiais feitos com esse mesmo resíduo agrícola.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo desenvolver recipientes compostáveis para cultivo de mudas, utilizando amido de milho e casca de banana enriquecidos com fosfato, como alternativa ecológica às embalagens plásticas convencionais.

Os resultados indicaram que a mistura gerou um material biodegradável adequado ao uso proposto, com rápida decomposição no solo e alta interação com a água. Isso sugere que o material se desintegra após o uso, contribuindo para a redução de resíduos persistentes.

Os testes também confirmaram a viabilidade do uso de resíduos orgânicos e da incorporação de fosfato, com potencial liberação dos componentes durante a degradação. Por fim, recomenda-se que estudos futuros avaliem o impacto da liberação de fósforo no solo e realizem testes com diferentes espécies vegetais para ampliar suas aplicações agrícolas.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos aos colegas, familiares, à instituição Etec Irmã Agostina e ao seu corpo docente pelo apoio acadêmico e moral que nos possibilitaram desenvolver este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. Perfil 2022 da Abiplast apresenta dados atualizados sobre a indústria do plástico no Brasil. São Paulo: ABIPLAST, 2022.
- ALVES, Taiana Menezes Scheiner. Produção de mudas de *Khaya ivorensis* A. Chev em diferentes dimensões de sacos plásticos. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – [s.i.], 2013.
- DANTAS, Gabriel. Curva de liberação de fósforo de fosfato natural, termofosfato e superfosfato simples aplicada no solo sob cultivo de milho, feijão e soja. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – [s.i], [s.d.], 2025.

- DANTAS, Maykon Kayke Vieira et al. Estudo da degradação de bioplásticos. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química) – ETEC Irmã Agostina, São Paulo, 2024.
- DIAS, Yassim Stephanie de Souza. Bioplásticos: desafios e aplicações. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
- DORNELLES, Emanuel Stingelin. Produção de ácido láctico: panorama de melhorias de processos. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.
- FERDOUS, Wahid et al. Reciclagem de resíduos de aterro (pneus, plásticos e vidro) na construção civil: uma revisão sobre geração global de resíduos, desempenho, aplicação e oportunidades futuras. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 173, 2021.
- FIRMINO et al. Bioplástico por meio da casca da banana. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio) – ETEC Francisco Garcia, Mococa, 2024.
- FRANÇA, Débora et al. As faces dos plásticos: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 3, p. 277-286, 2022.
- GEOTHRA. Teor de umidade. [S.l.: s.n.], s.d.
- LIMA, Amanda Cristina de; CARDOSO, Flávia Aparecida Reitz. A utilização de amidos na produção de produtos biodegradáveis: uma revisão com espaço temporal 2022-2023. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2025.
- LUCENA, Camilla Aquino Azevedo de et al. Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. *Polímeros*, v. 27, p. 35-41, 2017.
- MÜLLER, Carmen M. O.; LAURINDO, João Borges; YAMASHITA, Fabio. Effect of cellulose fibers addition on the mechanical properties and water vapor barrier of starch-based films. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n. 5, p. 1328-1333, 2009.
- NERIS, Thamires Santos et al. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa spp.*) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 5-21, 2018.
- POLÍMERO produzido a partir de amido de batata. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP, 10., 2019, Sorocaba. Anais [...]. Sorocaba: IFSP, 2019.
- SCHEID, Dionei et al. Produção de bioplástico a partir do amido de mandioca e óleo de soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 12, n. 1, p. 17-24,