



## DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILMES BIODEGRADÁVEIS À BASE DE BIOMASSA DE BANANA REFORÇADOS COM FIBRAS DE AÇAÍ

Eloane S. Silva<sup>1</sup>, Nicole D. Isacksson<sup>1</sup>, Kaylani B. Silva<sup>1</sup>, Shelda L. A. Miranda<sup>1</sup>, Marcos A. F. Souza<sup>1</sup>, Carla A. T. Batista<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Macapá

<sup>2</sup> Colégio Militar do Recife (CMR)

[elohsilva27@gmail.com](mailto:elohsilva27@gmail.com)

**Palavras-Chave:** Sustentabilidade, Biomassa de banana, biodegradáveis.

### Introdução

A crescente utilização de polímeros sintéticos derivados do petróleo tem provocado impactos ambientais significativos devido à sua elevada resistência à degradação e ao acúmulo de resíduos no ambiente. Nesse contexto, o desenvolvimento de materiais biodegradáveis provenientes de fontes renováveis tem recebido destaque como alternativa sustentável para reduzir a dependência dos polímeros convencionais e minimizar os impactos associados ao descarte inadequado de plásticos (THARANATHAN, 2003; AVÉROUS, 2004).

Entre os materiais utilizados para essa finalidade, os biopolímeros à base de amido destacam-se pela abundância, baixo custo, biodegradabilidade e capacidade de formar matrizes poliméricas. O amido, quando submetido ao processo de gelatinização, origina filmes com propriedades adequadas para aplicações tecnológicas, principalmente no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis (MALI et al., 2004).

A banana-da-terra (*Musa spp.*) apresenta elevado teor de amido, constituindo uma matéria-prima promissora para a produção de biofilmes. Estudos demonstram que a farinha e o amido de banana possuem propriedades físico-químicas favoráveis à formação de filmes biodegradáveis, além de representarem uma alternativa economicamente viável por dispensarem etapas complexas de purificação do amido (PELISSARI et al., 2012; PELISSARI et al., 2013).

A incorporação de fibras naturais em matrizes poliméricas tem sido utilizada para melhorar propriedades mecânicas, como resistência à tração, rigidez e estabilidade estrutural dos biofilmes. Entre essas fibras, destaca-se a fibra de açaí, proveniente do processamento do fruto de *Euterpe oleracea* Mart., abundante na região Amazônica e frequentemente descartada como resíduo agroindustrial. Por apresentar elevada proporção de celulose e lignina, essa



fibra possui potencial para atuar como material de reforço em biopolímeros, agregando valor a um resíduo regional e contribuindo para a economia circular (BLEDZKI; GASSAN, 1999; FARUK et al., 2012).

Além da incorporação de fibras, fatores como a concentração de plastificante e as condições de processamento influenciam diretamente as propriedades finais dos biofilmes, como flexibilidade, resistência mecânica e estabilidade em diferentes condições de uso (MALI et al., 2004).

Dessa forma, o desenvolvimento de biofilmes biodegradáveis à base de farinha de banana-da-terra reforçados com fibras de açaí reúne duas matérias-primas renováveis amplamente disponíveis na Amazônia, favorecendo o aproveitamento de recursos naturais e de resíduos agroindustriais. Assim, este projeto tem como objetivo elaborar e caracterizar biofilmes biodegradáveis utilizando a farinha de banana-da-terra como matriz polimérica e fibras de açaí como material de reforço, avaliando suas propriedades físicas, mecânicas e de biodegradação. A pesquisa busca contribuir para o desenvolvimento de materiais sustentáveis que possam, futuramente, substituir parcialmente os polímeros sintéticos em diferentes aplicações, promovendo inovação tecnológica, redução dos impactos ambientais e fortalecimento da bioeconomia amazônica.

## Material e Métodos

A banana-da-terra (*Musa spp.*) foi adquirida em comércio local do município de Macapá/AP e submetida às etapas de preparo para obtenção da farinha utilizada na produção dos biofilmes. Inicialmente, os frutos foram selecionados, higienizados, descascados e a polpa foi cortada em pequenas frações para facilitar o processo de secagem. O material preparado foi submetido à secagem em estufa a 60 °C por 24 horas, visando à redução da umidade e preservação dos componentes presentes na biomassa vegetal.

Após a secagem, o material foi triturado em moinho até a obtenção de uma farinha fina e homogênea. Posteriormente, a farinha de banana-da-terra foi submetida ao processo de extração do amido por via úmida, utilizando água como meio de dispersão. A suspensão obtida foi homogeneizada em liquidificador, promovendo a desintegração da estrutura vegetal e facilitando a liberação dos grânulos de amido.

Em seguida, a mistura foi filtrada para separação das fibras insolúveis e demais partículas vegetais, obtendo-se uma suspensão rica em amido. O material foi submetido à sedimentação e posterior filtração a vácuo, visando à remoção do excesso de água e otimização do processo de recuperação do amido. Após essa etapa, o amido obtido foi submetido à secagem em estufa a 60 °C até atingir massa constante. Por fim, o material seco



foi macerado em almofariz e pistilo, obtendo-se um pó fino e homogêneo destinado à produção dos biofilmes.

Inicialmente, foram realizados testes preliminares utilizando diferentes proporções de amido de banana-da-terra, água destilada e glicerol como agente plastificante, buscando estabelecer uma formulação adequada para a formação dos biofilmes.

A solução filmogênica foi preparada em chapa aquecedora com sistema de agitação constante, mantendo o controle da temperatura durante o processo de gelatinização do amido. A mistura foi aquecida sob temperatura aproximada entre 50 e 60 °C durante 35 minutos, até atingir aspecto homogêneo e viscoso, característico da formação da matriz polimérica, **conforme apresentado na Figura 1.**

Após o preparo da solução, o material foi vertido em placas de Petri e encaminhado para secagem em estufa por aproximadamente 24 horas, possibilitando a evaporação da água e formação dos biofilmes.

**Figura 1 – Etapas da produção dos biofilmes à base de farinha de banana-da-terra (*Musa spp.*) com adição de fibras de açaí.**



Fonte: Autoria própria, 2026.

Após a secagem, foram obtidos biofilmes contínuos e homogêneos. A produção dos biofilmes foi realizada utilizando a técnica de *casting*, método amplamente empregado na obtenção de filmes biodegradáveis a partir de soluções poliméricas. Essa técnica consiste na deposição da solução filmogênica em uma superfície plana seguida da etapa de secagem, influenciando diretamente as características finais do material, como espessura, flexibilidade e resistência mecânica.

## **Caracterização dos biofilmes**

### **Biodegradação em solo (compostagem)**



As amostras dos biofilmes produzidos foram submetidas ao ensaio de biodegradação em solo, sendo acondicionadas em recipientes plásticos contendo solo fértil. As amostras permaneceram parcialmente recobertas pelo solo e foram mantidas em temperatura ambiente, com controle da umidade por meio da adição periódica de água, **conforme apresentado na Figura 2.**

O processo de degradação foi acompanhado durante os períodos de 7, 14 e 21 dias. Após cada intervalo, as amostras foram retiradas, limpas, secas e pesadas para determinação da perda de massa e avaliação do comportamento biodegradável do material. Segundo a norma ASTM D883-19c (2019), polímeros biodegradáveis são aqueles capazes de sofrer degradação pela ação de microrganismos naturalmente presentes no ambiente.

**Figura 2 – Ensaio de biodegradação em solo dos biofilmes produzidos a partir da farinha de banana-da-terra (*Musa spp.*).**



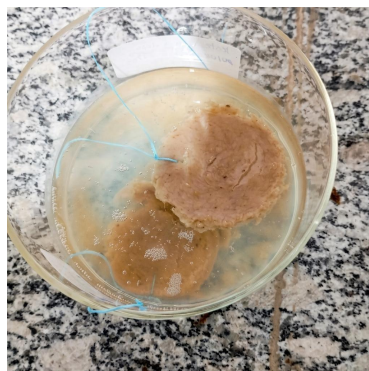
Fonte: Autoria própria, 2026.

### **Biodegradação em meio aquoso**

O ensaio de biodegradação em meio aquoso foi realizado durante um período de 7 dias, mantendo as amostras de biofilmes imersas em água sob condições controladas, **como ilustrado na Figura 3.** Após o período estabelecido, os filmes foram retirados, secos superficialmente e submetidos à pesagem para determinação da massa final.

A avaliação da degradação foi realizada por meio da comparação entre a massa inicial e a massa remanescente das amostras, permitindo determinar a porcentagem de perda de massa durante o processo de exposição ao meio aquoso.

**Figura 3 – Ensaio de biodegradação em meio aquoso dos biofilmes produzidos a partir da farinha de banana-da-terra (*Musa spp.*).**



Fonte: Autoria própria, 2026.

## Resultados e Discussão

Os biofilmes produzidos a partir da biomassa da banana, com e sem incorporação de fibras de açaí, foram submetidos aos ensaios de biodegradação em solo e em meio aquoso. A avaliação foi realizada por meio da determinação da massa inicial e da massa final das amostras após os períodos estabelecidos de exposição, permitindo o cálculo da massa remanescente e da perda de massa.

**Figura 4 – Amostras de biofilmes produzidos a partir da biomassa da banana com adição de fibras de açaí e sem fibras.**



Fonte: Autoria própria, 2026.

Os biofilmes produzidos apresentaram superfície lisa, contínua e levemente translúcida, com coloração amarelada característica da biomassa da banana. Já os biofilmes acrescidos de fibras de açaí apresentaram coloração amarronzada, superfície mais rugosa em razão da presença das fibras e maior rigidez quando comparados aos biofilmes sem reforço. A



incorporação das fibras promoveu maior resistência estrutural da matriz polimérica, evidenciando a atuação do reforço lignocelulósico na estrutura do material.

Os resultados obtidos demonstraram que todas as formulações apresentaram degradação ao longo do período de avaliação, evidenciada pela redução da massa das amostras. Esse comportamento confirma a característica biodegradável dos biofilmes produzidos a partir da biomassa da banana, demonstrando sua suscetibilidade à ação de microrganismos presentes no solo e à absorção de água durante os ensaios de biodegradação, fatores que favoreceram a decomposição do material.

Observou-se que os biofilmes contendo fibras de açaí apresentaram comportamento distinto em relação às amostras sem fibras. Os resultados dos ensaios de biodegradação em solo encontram-se apresentados na **Tabela 1**.

**Tabela 1** – Biodegradação em Solo

| Fibra (g) | Mi (g) | Mf (g) | T (dias) | MRm (%) | Perda de Massa (%) |
|-----------|--------|--------|----------|---------|--------------------|
| 0,0       | 3,25   | 2,36   | 7        | 72,62%  | 27,38%             |
| 0,5       | 3,48   | 2,47   | 7        | 70,98%  | 29,02%             |
| 0,75      | 3,86   | 2,89   | 7        | 74,87%  | 25,13%             |
| 0,0       | 5,95   | 4,03   | 14       | 67,73%  | 32,27%             |
| 0,5       | 3,68   | 2,46   | 14       | 66,85%  | 33,15%             |
| 0,75      | 3,92   | 2,70   | 14       | 68,88%  | 31,12%             |
| 0,0       | 6,35   | 4,15   | 21       | 65,35%  | 34,65%             |
| 0,5       | 8,95   | 5,62   | 21       | 62,79%  | 37,21%             |
| 0,75      | 7,30   | 4,65   | 21       | 63,70%  | 36,30%             |

\*Mi = Massa inicial, Mf = Massa final, Tempo, MRm = Massa Remanescente.

A análise dos resultados demonstrou que todas as formulações sofreram perda de massa durante o período de exposição ao solo, confirmando a biodegradabilidade dos biofilmes produzidos a partir da biomassa da banana. De maneira geral, o aumento do tempo de exposição favoreceu o processo de degradação, em decorrência da ação dos microrganismos presentes no solo e das condições naturais de umidade.



Nas amostras avaliadas após sete dias, as perdas de massa foram menores, indicando o início do processo degradativo. Aos quatorze dias, observou-se aumento da degradação em todas as formulações analisadas. Após vinte e um dias, verificou-se a continuidade da perda de massa, demonstrando que o processo biodegradativo ocorreu de forma progressiva durante todo o período experimental.

Os biofilmes reforçados com fibras de açaí apresentaram maior integridade estrutural quando comparados aos biofilmes sem fibras, indicando que a incorporação das fibras contribuiu para o reforço da matriz polimérica, aumentando a resistência mecânica do material e retardando parcialmente sua degradação.

A análise dos dados da Tabela 1 mostrou que, no período de sete dias, a formulação contendo 0,5 g de fibras apresentou a maior perda de massa (21,15%). Nos períodos de quatorze e vinte e um dias, a maior degradação foi observada nos biofilmes sem fibras, com perdas de massa de 33,45% e 26,61%, respectivamente. Esses resultados indicam que a incorporação das fibras de açaí contribuiu para aumentar a estabilidade estrutural da matriz polimérica, reduzindo a velocidade de degradação quando comparada ao biofilme sem reforço.

Nos ensaios realizados em meio aquoso, cujos resultados estão apresentados na **Tabela 2**, os biofilmes também apresentaram redução de massa após sete dias de imersão.

**Tabela 2** – Biodegradação em Meio Aquoso

| Fibra (g) | Mi (g) | Mf (g) | T (dias) | MRm (%) | Perda de Massa (%) |
|-----------|--------|--------|----------|---------|--------------------|
| 0,0       | 3,12   | 2,11   | 7        | 67,63%  | 32,37%             |
| 0,5       | 3,38   | 2,10   | 7        | 62,13%  | 37,87%             |
| 0,75      | 3,54   | 2,35   | 7        | 66,38%  | 33,62%             |

\*Mi = Massa inicial, Mf = Massa final, Tempo, MRm = Massa Remanescente.

A formulação contendo 0,5 g de fibras apresentou a maior perda de massa, indicando maior interação entre a água e a estrutura do biofilme nessa concentração. A absorção de água promoveu a solubilização parcial dos componentes da matriz polimérica, influenciando diretamente a estabilidade do material.

Os resultados obtidos evidenciam que a concentração de fibras de açaí exerce influência significativa sobre o comportamento dos biofilmes em meio aquoso. Embora a



incorporação das fibras aumente a resistência mecânica da matriz polimérica, diferentes concentrações modificam a absorção de água e, consequentemente, a taxa de degradação.

De modo geral, os resultados demonstram que os biofilmes produzidos a partir da biomassa da banana e reforçados com fibras de açaí apresentam elevado potencial para aplicações sustentáveis, reunindo características de biodegradabilidade, resistência estrutural e utilização de matérias-primas renováveis, configurando-se como uma alternativa promissora aos polímeros sintéticos convencionais.

## Conclusões

Os resultados obtidos demonstraram que foi possível produzir biofilmes biodegradáveis a partir da biomassa da banana-da-terra reforçados com fibras de açaí, atendendo ao objetivo proposto nesta pesquisa. Os biofilmes apresentaram boa formação estrutural, sendo observadas diferenças nas características físicas em função da incorporação das fibras, que proporcionaram maior rigidez e resistência à matriz polimérica.

Os ensaios de biodegradação em solo e em meio aquoso confirmaram a capacidade de degradação dos materiais produzidos, evidenciando seu potencial como alternativa ambientalmente sustentável aos polímeros sintéticos convencionais. A adição de fibras de açaí influenciou o comportamento dos biofilmes, contribuindo para maior estabilidade estrutural e modificando a velocidade de degradação, sem comprometer sua característica biodegradável.

Dessa forma, a utilização da biomassa de banana e das fibras de açaí representa uma estratégia promissora para o aproveitamento de resíduos agroindustriais da região Amazônica, agregando valor a matérias-primas renováveis e favorecendo o desenvolvimento de materiais sustentáveis. Os resultados obtidos incentivam a continuidade da pesquisa, com a realização de ensaios complementares de propriedades mecânicas, térmicas e de barreira, visando ampliar as possibilidades de aplicação desses biofilmes em embalagens biodegradáveis e outros produtos de base biopolimérica.

## Referências

- VIVAS-REYES, R.; NAVARRO, D.; CORTES, L. E. Exploring Emergent Properties in Chemistry Education: A Philosophical Perspective on the Molecular Revolution. **J. Chem. Educ.** 101(10), 4173–4181, 2024.
- BÖCK, F. C.; HELFER, G. A.; COSTA, A. B.; DESSUY, M. B.; FERRÃO, M. F. Rapid Determination of Ethanol in Sugarcane Spirit Using Partial Least Squares Regression Embedded in Smartphone. **Food Analytical Methods**, 11(4), 1951-1957, 2018.
- BOZZO, B. R. et al. Utilização integral do subproduto do processamento industrial de banana para produção de filmes para aplicação em embalagens biodegradáveis de alimentos. In: **Jornada Científica da Embrapa São Carlos**, 15., 2023. Anais... São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2023.
- CAMPOS, M. E. S. et al. Aproveitamento de biomassas vegetais e amidos resistentes na formulação de matrizes poliméricas ecológicas. **Revista de Bioeconomia e Economia Circular**, v. 8, n. 2, p. 112-125, 2024.



ORTIZ, T. A.; VELOSO, D. A.; BROGIATO, H. L.; REIS, L. C. Biofilmes: tecnologia na conservação de frutas em prol da segurança alimentar, sustentabilidade ambiental e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 11, n. 28, p. 961-973, 2024.

SENA, L. O. et al. Métodos de conservação para a biomassa de banana verde: efeito nas características físico-químicas e microbiológicas. In: **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. São Paulo: Editora Científica Digital, 2022. p. 171-186.

AVÉROUS, L. Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: a review. *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, v. 44, n. 3, p. 231-274, 2004.

BLEDZKI, A. K.; GASSAN, J. Composites reinforced with cellulose based fibres. *Progress in Polymer Science*, v. 24, n. 2, p. 221-274, 1999.

FARUK, O.; BLEDZKI, A. K.; FINK, H.-P.; SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in Polymer Science*, v. 37, n. 11, p. 1552-1596, 2012.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plastic films from starch. *Carbohydrate Polymers*, v. 56, n. 2, p. 129-135, 2004.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; DRZAL, L. T. *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. Boca Raton: CRC Press, 2005.

PELISSARI, F. M.; ANDRADE-MAHECHA, M. M.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Isolation and characterization of the flour and starch of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). *Starch/Stärke*, v. 64, n. 5, p. 382-391, 2012.

PELISSARI, F. M.; ANDRADE-MAHECHA, M. M.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). *Food Hydrocolloids*, v. 30, n. 2, p. 681-690, 2013.

THARANATHAN, R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, v. 14, n. 3, p. 71-78, 2003.