



ESTUDO DO BIOFILME À BASE DE RESÍDUOS DO AMIDO DE TUBÉRCULOS DE MACAXEIRA (*Manihot Esculenta*) REFORÇADO COM FIBRAS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*)

**Eloane S. Silva¹; Daiane A. de Oliveira ¹; Camila A. Mello, , Marcos A. F. de Souza¹,
Maria P. C. dos Santos, Isabelly V. F. Goes**

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Macapá

E-mail: danyanmarlley2@gmail.com

Palavras-Chave: Biopolímeros; Biocompósitos; Bioeconomia.

Introdução

Desde o início do século XX a utilização do material plástico passou a ser mundialmente utilizado, desde sacolas, embalagens alimentícias, material hospitalar, brinquedos, garrafas, descartáveis e entre outros. Porém a longo prazo esse material por ter um longo período de decomposição, o que causa danos ao meio ambiente, tanto por descarte indevido do plástico nas florestas e rios quanto pelos materiais utilizados na sua produção, já que o plástico tem sua produção vinda da extração do petróleo, que é um combustível fóssil de caráter não renovável que devido aos seus compostos é um produto altamente poluidor, que pode afetar negativamente os ecossistemas, contaminar águas e atmosfera, afetando também os seres vivos que habitam essas regiões (SANTOS, 2012, p. 153).

Nesse contexto, projetos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) indicam que, até 2040, a quantidade de resíduos plásticos presentes nos oceanos poderá quase triplicar, alcançando valores entre 23 e 37 milhões de toneladas por ano. Tal cenário corresponde, em média, a aproximadamente 50 quilogramas de plástico por metro de litoral em escala global (Pnuma, 2021). Esses dados evidenciam a crescente magnitude da poluição plástica e reforçam a necessidade do desenvolvimento de alternativas sustentáveis, impulsionadas pelos avanços científicos e tecnológicos, capazes de reduzir a dependência de polímeros derivados do petróleo e minimizar os impactos ambientais associados ao seu uso e descarte.

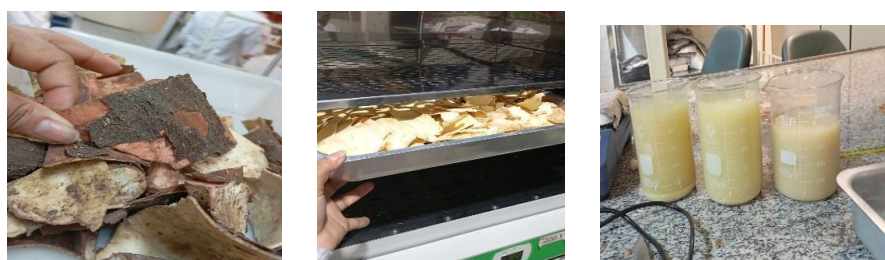
O amido extraído da macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) destaca-se como uma matéria-prima particularmente relevante, sobretudo em países tropicais, devido à ampla disponibilidade da cultura e à elevada concentração de amido nos tubérculos. Pesquisas conduzidas por Mali, Grossmann e Yamashita (2010) indicam que o amido de mandioca apresenta excelente capacidade de gelatinização e formação de filmes, sendo amplamente estudado para aplicações em biopolímeros e embalagens biodegradáveis.

Além de suas propriedades tecnológicas, o uso da macaxeira possui relevância socioeconômica, pois favorece a valorização de cadeias produtivas locais e da agricultura familiar, aspecto frequentemente destacado em estudos brasileiros sobre bioeconomia e desenvolvimento sustentável.

Material e Métodos

Os resíduos da macaxeira foram adquiridos na feira local do município de Macapá/AP, foram preparados para as etapas de extração do amido. Foram separados a película dos resíduos da macaxeira, lavados e secados na estufa a 70°C por 24hs, como mostra a figura 1 A, B e C.

Figura 1 - Etapas de processamento do resíduo de macaxeira: (A) resíduo bruto selecionado; (B) disposição do material em bandeja para secagem em estufa; (C) resíduo após o tratamento térmico e homogeneização.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Após o processo de secagem, o material foi triturado e homogeneizado com água em liquidificador, com o objetivo de promover a desintegração da estrutura vegetal e facilitar a liberação dos grânulos de amido. Em seguida, a suspensão obtida foi filtrada, separando as fibras e partículas maiores do líquido contendo o amido. Extraído o amido como mostra a figura 2. Posteriormente, realizou-se a filtração a vácuo, favorecendo a remoção do excesso de água em um processo mais rápido. O material obtido foi submetido à secagem em estufa a 65 °C até atingir massa constante. Por fim, o amido seco foi macerado em almofariz e pistilo, obtendo-se um pó fino e homogêneo com coloração esbranquiçada para posterior utilização na produção dos biofilmes.

Produção dos biofilmes

Inicialmente, foram realizados testes preliminares com diferentes proporções de amido, água e glicerol, (1:10:5) com o objetivo de obter uma formulação adequada para a produção dos biofilmes.

A solução filmogênica foi preparada em chapa aquecedora com sistema de agitação, mantendo constante o controle da temperatura e da velocidade de agitação até a obtenção de uma mistura homogênea e com aspecto viscoso. Durante todo o processo, um termômetro era mantido inserido no béquer contendo a amostra, permitindo o monitoramento contínuo da temperatura da solução, que permaneceu estável entre 50 e 60 °C, aproximadamente 35 minutos. Em placas petri foram levadas à estufa por aproximadamente 24 horas, para a secagem e obtenção dos biofilmes como mostrado na figura 2. Após a padronização da formulação, foram produzidos biofilmes acrescidos com fibras de açaí nas concentrações de 0,5 e 0,75 g, seguindo o mesmo procedimento de aquecimento, agitação e secagem com objetivo de melhorar as condições de resistência mecânica do biofilme.

Figura 2 – Primeira formulação do biofilme à base do resíduo de amido de macaxeira, sem incorporação de fibra de açaí.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Os métodos utilizados para a produção de biofilmes é a base de resíduo do amido foi a técnicas como *casting*, extrusão e termoprensagem. A escolha do método influencia diretamente as propriedades finais do material.

Caracterização do biofilme

Biodegradação em solo (compostagem)

As amostras dos filmes fabricados foram colocadas em recipientes plásticos e recobertas com solo fértil e mantidas em temperatura ambiente, as quais eram borrifadas com água de modo a manter a umidade. O processo foi monitorado ao longo do tempo de 7, 14 e 21 dias. Segundo a Norma ASTM D 883, polímeros biodegradáveis são polímeros cuja degradação se dá através da ação de microrganismos de ocorrência natural (ASTM D883-19c, 2019).

Figura 3 - Disposição dos recipientes e sistema de acondicionamento das amostras de biofilmes para o teste de degradação em solo e amostras submetidas em meio aquoso.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Biodegradação em meio aquoso

Ocasionalmente, foi realizado um ensaio de biodegradação em meio aquoso durante um período de 7 dias. As amostras permaneceram imersas em água sob condições controladas, sendo posteriormente retiradas, secas superficialmente e pesadas para determinação da massa final. A perda de massa e a massa remanescente foram utilizadas como parâmetros para avaliação do processo de degradação. Na figura 4 podemos observar o mesmo.

Resultados e Discussão

Os biofilmes produzidos a partir dos resíduos do amido de macaxeira, com e sem incorporação de fibras de açaí, foram submetidos a 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 com adição de fibras de açaí e sem fibras.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Os biofilmes apresentam uma superfície lisa e um pouco transparente de cor branca, já os biofilmes acrescidos de fibras de açaí apresentam uma cor amarronzada, com superfície preenchidas com as fibras e mais rígidas do que o biofilme sem fibra.

Os resultados obtidos demonstraram que todas as formulações apresentaram degradação ao longo do tempo, evidenciaram uma redução da massa das amostras. Esse comportamento confirma a característica biodegradabilidade dos biofilmes à base de amido, demonstrando assim a suscetíveis às ações de microrganismos presentes no ambiente e como também à absorção de água na qual foi submetido a caracterização, fatores que favorecem sua decomposição.

Foi observado que os biofilmes contendo fibras de açaí apresentaram comportamento distinto em relação às amostras sem fibra. Os resultados obtidos para ensaios de biodegradação em solo estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Biodegradação em Solo

Fibra (g)	Mi (g)	Mf (g)	T (dias)	MRm (%)	Perda de Massa (%)
0,0	2,88	2,36	7	81,94%	18,06%
0,5	3,31	2,61	7	78,62%	21,15%
0,75	3,79	3,70	7	97,62%	2,38%
0,0	5,62	3,74	14	66,55%	33,45%
0,5	3,31	2,74	14	82,78%	17,22%
0,75	3,16	2,25	14	71,20%	28,88%
0,0	6,05	4,44	21	73,39%	26,61%
0,5	8,76	6,52	21	74,43%	25,57%



0,75	6,99	5,69	21	81,40%	18,60%
------	------	------	----	--------	--------

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

Os ensaios de biodegradação realizados em solo demonstraram que todas as formulações dos biofilmes apresentaram perda de massa ao longo do período de exposição, confirmando a natureza biodegradável do material produzido a partir de amido de macaxeira. De maneira geral, observou-se que o aumento do tempo de exposição favoreceu o processo de degradação, devido à ação de microrganismos e às condições naturais do meio.

Nas amostras avaliadas após 7 dias, as perdas de massa foram relativamente baixas, indicando o início do processo degradativo. Já nas amostras submetidas a 14 dias de exposição, verificou-se aumento significativo da degradação, especialmente nos biofilmes contendo fibra de açaí. Esse comportamento sugere que a incorporação das fibras naturais pode favorecer a interação do material com o meio, facilitando sua degradação sob determinadas condições.

Após 21 dias de exposição, observou-se a continuidade do processo de perda de massa em todas as formulações analisadas. Entretanto, os biofilmes reforçados com fibras apresentaram maior integridade estrutural quando comparados às amostras sem fibra, indicando que a presença das fibras contribui para o reforço da matriz polimérica, aumentando sua resistência mecânica e retardando parcialmente a degradação completa do material.

A análise dos dados da tabela 1 evidenciou que para no período de 7 dias, amostra que mais se destacou na decomposição foi o biofilme contendo 0,5g de fibra, com 21,15% de decomposição da matéria, enquanto que para o período de 14 e 21 dias o biofilme que mais se destacou foi aquele que não continha fibra, com 33,45% e 26,61% respectivamente, isso se deve explicado ausência de fibra na composição. Com acréscimo de fibras que têm a melhor resposta tempo x decomposição podemos destacar o biofilme acrescido de 0,5g de fibras de açaí, onde a decomposição de 7, 14 e 21 dias observamos um número bastante significativo na análise caracterizada.

Comportamento distinto foi observado nos ensaios em meio aquoso, cujos resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Biodegradação em Meio Aquoso

Fibra (g)	Mi (g)	Mf (g)	T (dias)	MRm (%)	Perda de Massa (%)
0,0	2,79	2,49	7	89,25%	10,75%
0,5	8,91	3,52	7	39,51%	60,49%
0,75	8,73	6,29	7	72,05%	27,95/%

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



Em meio aquoso, conforme a tabela 2, a formulação com 0,5g de fibra apresentou a maior perda de massa durante os 7 dias, sugerindo que a interação água+fibra acelerou o processo degradativo nessa concentração.

Os ensaios realizados em meio aquoso, os biofilmes também apresentaram redução de massa após sete dias de imersão. Esse comportamento está associado à absorção de água e à solubilização parcial dos componentes da matriz polimérica, em uma análise comparativa de decomposição x tempo associado ao biofilme podemos citar que tem uma melhor resposta é o biofilme acrescido de 0,5g de fibras, constatamos que este valor é o quantitativo de fibras de açaí para acréscimo do biofilme de resíduo do amido de macaxeira.

As amostras contendo diferentes teores de fibra apresentaram comportamentos distintos, evidenciando que a concentração do reforço fibroso influencia diretamente a estabilidade do material em ambientes úmidos.

Os resultados obtidos demonstram que os biofilmes produzidos a partir do resíduo do amido de macaxeira e reforçados com fibras de açaí apresentam potencial para aplicações sustentáveis, uma vez que aliam biodegradabilidade e resistência estrutural.

Conclusões

O presente estudo demonstrou a viabilidade da produção de biofilmes biodegradáveis a partir de resíduos da macaxeira, utilizando glicerol como plastificante e as fibras do açaí como um aditivo promissor e inédito para a literatura científica. Essa incorporação otimizada possibilitou uma análise mais aprofundada na caracterização do material, agregando uma funcionalidade de um resíduo agroindustrial regional.

Ao transformar resíduos descartados em biofilme biodegradável, a pesquisa apresenta nova perspectiva econômica para o aproveitamento da fibra de açaí e do resíduo da casca da macaxeira. Essa abordagem nos possibilita incentivar o setor empresarial a substituir plásticos convencionais por alternativas mais sustentáveis, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para o fortalecimento da bioeconomia amazônica.

Agradecimentos

Se for o caso de ter agradecimentos, inseri-los, em espaço simples, fonte Times New Roman, tamanho 12, justificado. Máximo de **200** caracteres com os espaços.

Referências

ASTM D883-19c, Standard Terminology Relating to Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, DOI: 10.1520/D0883-19C.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, Propriedades e potencial de utilização. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, 2010.

PNUMA: Da poluição a uma solução, ONU Brasil, 2021.

SANTOS, Patrícia Vieira. Impactos Ambientais causados pela perfuração de petróleo. Caderno de graduação: Ciências exatas e tecnológicas, Sergipe, v. 1. n. 15, p. 153-163. Outubro 2012.



DE 10 A 13 DE NOVEMBRO DE 2026
NOVA PETRÓPOLIS - RS

*"Química Inteligente e IA:
A Nova Fórmula do Futuro
no Nosso Presente"*

