

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

ELABORAÇÃO DE BIOFILMES DA POLPA DO FRUTO DO BURITI (*Mauritia flexuosa* L.f) E AVALIAÇÃO DO SEU USO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E FARMACÊUTICA

AUTORES

LÍVIA CHAGAS SANTANA RIBEIRO¹

ZILMAR TIMOTEO SOARES²

AFILIAÇÃO

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – CCENT/Ciências Biológicas – Rua Godofredo Viana, 1.300 – Centro – CEP: 65901-480.

² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – CCENT/ Ciências Biológicas – Rua Godofredo Viana, 1.300 – Centro – CEP: 65901-480.

RESUMO

A demanda por materiais mais resistentes, que ofereçam menores impactos ambientais causados pela produção e uso de materiais de origem convencional, vêm crescendo rapidamente e tem sido alvo de investigação. Dentre esses materiais encontram-se os biofilmes produzidos através de polímeros naturais (amidos). Dito isso, o presente trabalho se em desenvolver e caracterizar biofilmes com matriz de polpa do fruto do buriti com a aditivação de amido de milho avaliando sua aplicação na indústria farmacêutica e alimentícia. Para isso, foi realizada a caracterização dimensional do fruto do buriti. Posteriormente, foi feita a elaboração de diferentes bioplásticos com matriz do fruto do buriti em 90, 95 e 98% associado ao amido de milho em 2, 5 e 10%, plastificado com glicerol. Foram realizadas as caracterizações dos bioplásticos através da avaliação de subjetividade: espessura, propriedades mecânicas, ópticas, químicas, térmicas e biodegradação em água e solo. Ao final, foi realizada a avaliação do uso dos biofilmes confeccionados na indústria alimentícia e farmacêutica, bem como de sua viabilidade comercial. Nos testes de resistência mecânica o bioplástico do epicarpo apresentou menor alongamento (2,67%) e maior resistência (89,70 Mpa), já o endocarpo apresentou maior alongamento (4,41%) e baixa resistência (42,50 Mpa). Quanto à avaliação da opacidade o endocarpo exibiu um maior raio de comprimento 1,72cm, já o menor comprimento manifestou-se no bioplástico do epicarpo 0,63cm. Os bioplásticos foram submetidos à temperatura de 60° a 120°C, sendo que nas primeiras temperaturas mantiveram-se intactos, e, somente a partir de 100°C apareceu curvaturas, ressecamentos e rachaduras. Para os testes de biodegradação, notou-se que em 15 dias o material já havia se decomposto em meio líquido, e para o meio sólido levou cerca de 20 dias. Assim, foi desenvolvido um biofilme biodegradável cuja propriedades físico-químicas não reaja com as da embalagem, sendo uma alternativa ecológica seja na indústria alimentícia ou farmacológica.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

PALAVRAS-CHAVE: Biopolímeros; Produção; Embalagem.

INTRODUÇÃO

O estudo e a produção de materiais alternativos têm ganhado cada vez mais destaque e importância a fim de suprir às necessidades modernas. A demanda por materiais mais resistentes, que ofereçam menores impactos ambientais causados pela produção e uso de materiais de origem convencional, vêm crescendo rapidamente e tem sido alvo de investigação por diversos pesquisadores (PETRIKOSKI, 2013). Dentre esses materiais encontram-se os biofilmes produzidos através de polímeros naturais (amidos), nos quais apresentam um conjunto de microrganismos emaranhados em uma matriz de polímero orgânico que estão aderidos à uma superfície (GUIMARÃES, 2015).

Desse modo, muitos pesquisadores têm investigado diferentes maneiras de aprimorar as propriedades dos filmes obtidos à base de amido e com isso possibilitar diferentes fins para os mesmos. Um desses meios no qual se visa utilizar os biofilmes são: o setor alimentício e farmacêutico, visto que são áreas que geram retorno econômico rápido e significativo para a economia mundial, especialmente a do Brasil (GOMES, 2022).

É neste cenário de preocupação com o meio ambiente e qualidade de vida que pretendeu-se avaliar potencial do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa L.f*) para a produção de biofilmes para uso em ambas as indústrias mencionadas. O fruto é oriundo da palmeira do buriti, pertencente à família botânica Arecaceae, que se encontra distribuída desde o planalto central do Brasil, se espalhando pelas terras altas e baixos chapadões da Amazônia, sendo predominante nas veredas do Cerrado brasileiro (NASSAU, 2022).

Logo, esta pesquisa objetivou-se na elaboração de um biopolímero do epicarpo, mesocarpo e endocarpo do fruto do buriti, cujas propriedades físico-químicas permitam que o mesmo se degrade com facilidade e significância (velocidade de degradação por dias analisados), além de avaliar o potencial do uso nas indústrias farmacêutica e alimentícia, isto é, sem causar prejuízo ao meio ambiente, outrossim, sendo uma alternativa sustentável para melhorar as condições ambientais, e consequentemente, a qualidade de vida da sociedade vigente e futura.

METODOLOGIA

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

A coleta dos frutos foi realizada no mês de dezembro de 2022, mês este que representa a época de queda dos frutos no Bioma Cerrado. Dessa maneira, a primeira coleta foi feita na cidade de Senador La Rocque-MA, por volta de 08:00 horas, posteriormente, foi coletado na cidade de Governador Edison Lobão, seguindo sempre os mesmos horários matutinos (08:00 até as 10:30) com mínimas variações nos horários de coletas, com real intuito de evitar interferências externas advindas de fatores abióticos, por exemplo (temperatura, umidade, entre outras). As coletas nas cidades de João Lisboa e Ananás se deram ao final do mês, onde seguiu-se o mesmo protocolo de coleta realizado nas anteriores.

A princípio foi feita a caracterização dos frutos, avaliando assim a qualidade dos frutos, estes que foram submetidos a pesagem, mensuração de diâmetro e comprimento. Finalizada essa etapa, foi desenvolvida a elaboração do bioplástico utilizando o epicarpo, mesocarpo e endocarpo do fruto de buriti com adição do amido de milho.

Foram implementadas quinze formulações, sendo cinco de cada um dos materiais extraídos do objeto de estudo. Para o desenvolvimento dos testes preliminares, foi utilizado com referência básica para o estabelecimento dos teores quantitativos os valores contidos na literatura (MACHADO *et. al.*, 2014; SILVA *et. al.*, 2015). Posteriormente, foi feita a avaliação subjetiva: espessura, solubilidade em água, resistência mecânica, térmica e óptica, ao final analisou-se a biodegradação em água e solo dos bioplásticos já elaborados. Com base nas propriedades físico-químicas dos biofilmes foi avaliado o potencial do polímero para o uso nas indústrias alimentícia e farmacêutica, a fim de verificar a viabilidade comercial do bioplástico elaborado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos parâmetros analisados foi a espessura, esta que é um referencial quando se trata de biofilmes de amido (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Os bioplásticos desenvolvidos através do epicarpo apresentaram uma menor espessura se comparado com os demais, diante disso vemos que sua média obtida através da soma de todas as medidas e dividida pelo total de medidas, resultou em uma média final de 0,069 (Tabela 1). Por outro lado, as medidas das espessuras dos biofilmes do mesocarpo, devido principalmente sua consistência, ocasionou em uma média de 0,1055, sendo bem mais significativa do que a primeira em destaque.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Tabela 1: Resultado da média das espessuras das 20 amostras produzidas.

Amostras	1ª medida	2ª medida	3ª medida	4ª medida
Epicarpo (mm)	0,080	0,069	0,062	0,066
Mesocarpo (mm)	0,126	0,11	0,084	0,102
Endocarpo (mm)	0,14	0,148	0,122	0,15
Pecíolo (mm)	0,9	0,9	1	1,8

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os dados de cor e opacidade dos bioplásticos são mostrados em Tabela 2. Em menção aos resultados obtidos constatou-se que o mesocarpo apresentou o comprimento da luz 2,45 cm (média) de raio e a opacidade 1,63 mm. Neste caso, os bioplásticos do mesocarpo são considerados como corpos transparentes pela nitidez através destes, onde os raios luminosos encontraram facilidade para atravessar sem provocar interferência na visão destes. De acordo com Santos (2018), a adição de amido e/ou glicerol e ácidos diminuiu a opacidade dos filmes em relação ao filme sem aditivos. Diante de tal afirmação nota-se que os filmes se, aditivização expressam-se mais brilhantes com cores mais vivas e cromáticas.

Tabela 2: Resultados da média dos testes de cor e opacidade dos biopolímeros.

Biopolímeros	Op. fundo negro	Op. Fundo branco	Med. resultado	Op. real
Epicarpo	0,6 cm	0,66 cm	0,63 cm	0,0063 mm
Mesocarpo	3,04 cm	1,86 cm	2,45 cm	1,66 mm
Endocarpo	1,48 cm	1,96 cm	1, 72 cm	0,017 mm

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Analisando os resultados obtidos nas propriedades mecânicas dos bioplásticos desenvolvidos, percebeu-se que das 15 amostras, nas quais foram retiradas 05 de cada parte do fruto (epicarpo, mesocarpo e endocarpo), houve uma elevação da concentração da matriz e aditivo (amido de mandioca) do epicarpo, de 2,9 para 3,6 g do mesocarpo de 2,0 para 2,4 g e do endocarpo de 2,0 para 2, tal ocorrido resultou no aumento na espessura de todos os biofilmes estudados.

Diante dos resultados expostos, é notável que a espessura se faz um parâmetro de grande influência sobre as propriedades mecânicas, a força na perfuração e a permeabilidade ao vapor de água de filmes hidrofílicos, ou seja, a espessura é uma variável que permite avaliar a homogeneidade dos filmes e interfere diretamente nas propriedades de barreira do filme. Ademais, é dito que quanto maiores as espessuras, mais resistentes à perfuração são os filmes

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

(LANDEIRA, 2022).

Para os testes químicos realizados com os bioplásticos, observou-se que houve alterações em quase todos os compostos químicos e, apenas os ensaios que foram utilizados o multiuso e o álcool etílico se mantiveram similares. Concernente as outras reações químicas, verificou-se que ambas as amostras sofreram descolorações em contato com o multiuso. No que diz respeito as respostas obtidas das amostras que foram submetidas a solução de água com sabão em pó, nota-se que apresentaram um leve amolecimento na sua consistência, porém não houve uma degradação total do bioplástico. Em relação ao detergente as amostras exibiram um comportamento de vulnerabilidade, ou seja, suscetível a quebra, por outro lado, a sua coloração foi mantida.

Durante o teste de resistência à temperatura, os fragmentos dos bioplásticos apresentaram comportamentos distintos quanto aos tratamentos aplicados. Nesse viés, observou-se que todos os tratamentos apresentaram deformações, a partir dos 100°C, no entanto, não foram observadas rachaduras visíveis a olho nu em todas as amostras, somente um leve derretimento quando submetidos a temperatura a partir de 127°C.

Tabela 3: Testagem de temperatura dos bioplásticos.

Amostras	60° C	80° C	100° C	120° C	127° C
Epicarpo	Normal	Normal	Normal	Normal	Rachadura
Mesocarpo	Normal	Normal	Curva	Curva	Rachadura
Endocarpo	Normal	Normal	Curva	Curva	Ressecamento

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

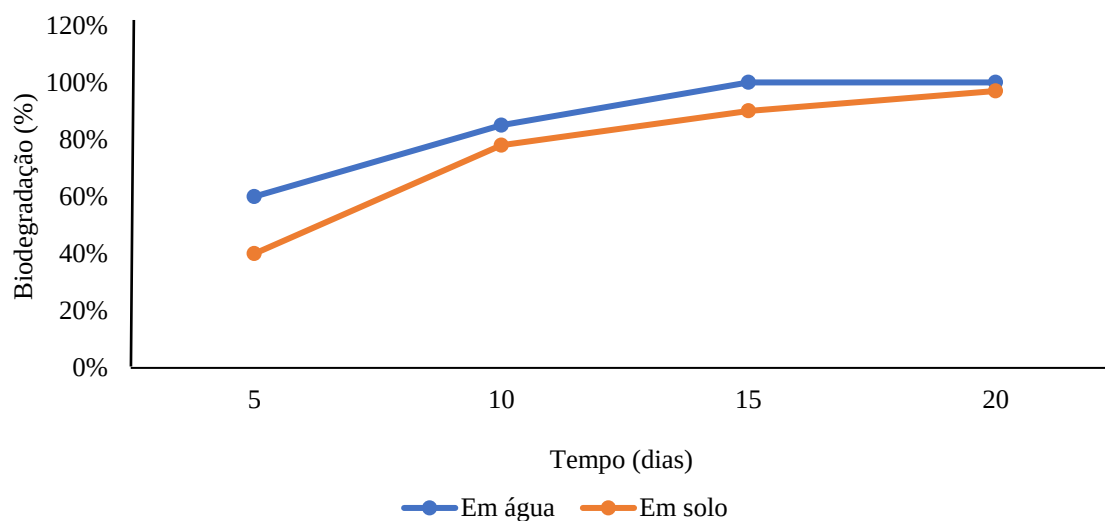
A biodegradação é uma etapa complexa que consiste na quebra (lise) das cadeias poliméricas por meio de enzimas peculiares, estas advindas de uma variedade de microrganismos (fungos, bactérias, algas, entre outros) atuantes na decomposição de matéria vegetal e animal (COSTA, 2012).

No que tange aos resultados obtidos no teste de biodegradação, verificou-se que a degradação foi mais acentuada nas amostras de biofilmes imersas em água, ou seja, em apenas um período de exposição em laboratório que durou 15 dias já foi perceptíveis os primeiros indícios de biodegradação degradação, nas quais ocorreram aproximadamente 85% em 10 dias e de 100% em 15 dias para todas as amostras de bioplásticos (Figura 1).

Figura 1: Biodegradação dos bioplásticos em água e em solo em um período de

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

20 dias.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

De acordo com as propriedades físico-químicas apresentadas, os biofilmes elaborados possuem potencial para serem utilizados em ambas as indústrias foco do trabalho, visto que na indústria alimentícia, o plástico é utilizado principalmente na forma de embalagens, ou seja, as embalagens plásticas por serem flexíveis têm substituído as embalagens metálicas. Ademais, elas possuem propriedades de barreira a vapor de água, oxigênio e luz que auxiliam na manutenção das propriedades dos alimentos (SILVA *et al.*, 2020).

Segundo Viana (2023) no setor farmacêutico exigem-se embalagens que atuem como barreiras externas, impedindo assim a degradação e aumento de impurezas de natureza tóxica e/ou irritante, a perda do princípio ativo, alterações organolépticas, bem como a redução de vida útil do medicamento. Nessa lógica, há uma série de condições e fatores que podem causar alterações como as mencionadas anteriormente sobre os quais a embalagem tem influência, são eles os gradientes ambientais seguintes: o gás oxigênio, o vapor d'água e a luz, além da interação da embalagem com o produto (MIRANDA, *et al.*, 2013).

Contudo, para ratificar a viabilidade comercial dos biofilmes em ambas as indústrias mencionadas requer-se o avanço de algumas etapas respectivamente: desenvolvimento, definição de fluxo, definição de custos, aprovação da embalagem, compra da embalagem, início de fluxo da embalagem e controle das embalagens. Após a ocorrência da definição de custos é que o preço de mercado para a embalagem será estabelecido, tudo conforme rege a legislação referente a embalagens, esta que o órgão Anvisa é o principal responsável.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

CONCLUSÕES

Mediante ao supracitado, é notório que o bioplástico elaborado do fruto do buriti com o aditivo do amido de milho possui em sua composição materiais cuja origem não provém de petróleo, além de que os materiais usados na sua produção são materiais de fonte renovável, agregando uma melhor qualidade e garantindo assim um menor impacto na saúde do planeta e consequentemente, no produto que será embalado. Desse modo, as propriedades físico-químicas do biopolímero mencionadas ao longo do estudo, permitem a confecção de diferentes tipos de bioplásticos para diferentes funções na indústria dos alimentos e farmacêutica.

Assim, para a utilização dos biopolímeros nas indústrias alimentícia e farmacêutica se exige um biofilme final cuja propriedades físico-químicas não interfiram com as do produto embalado. Nessa lógica, desenvolveu-se um bioplástico que em sua elaboração não possui produtos químicos que reajam com as das embalagens, para que assim não haja o comprometimento de qualidade e eficiência do produto, seja ele alimentício ou farmacológico.

APOIO FINANCEIRO

Prezada, Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão – FAPEMA, gostaria de externar meus agradecimentos pelo apoio financeiro concedido a mim como pesquisadora, bem como pela sua responsabilidade nos pagamentos das bolsas de pesquisas em suas respectivas datas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigos de periódico/jornal

COSTA, C. S. Avaliação da biodegradação de compósitos de poli (3-hidroxibutirano) /nanopartículas obtidas a partir de farelo de milho, **Monografia de conclusão de curso de graduação em Biologia**, Universidade Federal do rio de Janeiro 2012 – RJ.

GOMES, Claudia Joeli Vilioteski; DE SEIXAS BORGES, Nalin. Desenvolvimento de biofilmes a base de amido de mandioca para embalagens de alimentos. **Revista Técnico-Científica**, 2022.

GUIMARÃES JR, M.; BOTARO, V. R.; NOVACK, K. M.; TEIXEIRA, F. G.; TONOLI, G. H. D. Starch/PVA-based nanocomposites reinforced with bamboo nanofibrils. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 72-83, 2015.

LANDEIRA, Mariana Ahrends Cavalcanti. **Obtenção de biofilmes de pcl/amido de mandioca e estudo comparativo de diferentes proporções para embalagens alimentícias**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MACHADO, B. A. S.; REIS, J. H. O.; SILVA, J. B.; CRUZ, L. S.; NUNES, I. L.; PEREIRA,

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

F. V.; DRUZIAN, J. I. Obtenção de nanocelulose da fibra de coco verde e incorporação em filmes biodegradáveis de amido plastificado com glicerol. **Química Nova**, v. 37, n. 8, p. 1275-1282, 2014.

MIRANDA, Gisele Corrêa *et al.* **Análise e controle de riscos associados ao sistema embalagem de produtos farmacêuticos**. 2013.

NASSAU, Bárbara Rayane Ramos Muniz. **Distribuição espacial e diversidade genética de *Mauritia flexuosa***. 2022.

OLIVEIRA, Eduarda Alves de; CIDADE, Eric Brandet; OLIVEIRA, Kathellen da Silva. **Estudos dos aditivos aplicados aos biopolímeros a partir do amido**. 2022.

SANTOS, Cassandra Dalle Mulle; FACCIN, Debora Jung Luvizetto. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir do resíduo da extração do óleo de abacate**. 2018.

SILVA, J. B. A.; NASCIMENTO, T.; COSTA, L. A. S.; PEREIRA, F. V.; MACHADO, B. A.; GOMES, G. V. P.; ASSIS, D. J.; DRUZIAN, J. I. Effect of source and interaction with nanocellulose cassava starch, glycerol and the properties of films bionanocomposites. **Materials Today: Proceedings**, v. 2, p. 200-207, 2015.

SILVA, Maria Luiza Tonetto; BRINQUES, Graziela Bruschi; GURAK, Poliana Deyse. Desenvolvimento e caracterização de bioplásticos de amido de milho contendo farinha de subproduto de broto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

VIANA, Fernando Luiz E. **Indústria: Indústria de Alimentos**. 2023.

Tese:

PETRIKOSKI, Ana Paula. Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia. 2013. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.