

Incorporação de extrato de própolis vermelha em filmes biodegradáveis de filmes de galactomanana de *Prosopis Juliflora* (Sw) DC.

Rhyanderson Felipe de Oliveira Costa (IFPB, Campus Sousa), Ana Luiza Duarte Andrade (IFPB, Campus Sousa), Kauã Sousa Candido Da Silva (IFPB, Campus Sousa), Laiza de Oliveira Pessoa (IFPB, Campus Sousa), Kerolayne Santos Leite (IFPB, Campus Sousa)

E-mails: rhyanderson.oliveira@academico.ifpb.edu.br, andrade.luiza@academico.ifpb.edu.br, kauan.sousa@academico.ifpb.edu.br, laiza.pessoa@ifpb.edu.br, kerolayne.leite@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.07.00.00-6 Ciência e Tecnologia de Alimentos

Palavras-chave: galactomanana; biofilmes; compostos ativos naturais

1. Introdução

Polímeros derivados de petróleo usados na produção de embalagens representam um dos maiores problemas ambientais atuais. O uso indiscriminado de materiais plásticos acarreta grandes volumes de descarte. Das 79,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) geradas no Brasil por ano, 16,8% são plásticos (Kotekewis, 2021). O uso de plásticos convencionais para embalagens alimentícias tem apresentado um número considerável de inconvenientes que incluem a geração de resíduos, uma vez que, por serem de origem petroquímica, degradam lentamente (De Sales *et al.*, 2021).

Os plásticos biodegradáveis, também conhecidos como bioplásticos, são feitos a partir de biopolímeros, que podem ser tanto de origem natural quanto sintética. Os bioplásticos mais estudados são produzidos a partir de biomassa (como amido, pectina, quitosana, gelatina, galactomanana), por fermentação microbiana (poli-hidroxialcanoatos e poli-hidroxibutiratos) ou pela síntese química do poli (ácido láctico). Esses biopolímeros apresentam características como biocompatibilidade, biodegradabilidade e não toxicidade, sendo amplamente aplicados nas áreas médica, farmacêutica e alimentícia (Fonseca-Santos; Chorilli, 2017).

O Brasil possui grande potencial para a produção de recursos renováveis, com vastas áreas adequadas para o cultivo de leguminosas, que são a principal fonte de galactomananas vegetais. As galactomananas são polissacarídeos encontrados no endosperma das sementes da família Leguminosae, sendo formadas por uma cadeia linear de β -1,4-Dmanopiranos substituída por α -1,6-D-galactopiranos. Elas são amplamente utilizadas na indústria alimentícia como estabilizantes, espessantes e emulsificantes, e podem ser aplicadas na produção de filmes e revestimentos comestíveis e biodegradáveis (Damasceno; Ferrari; Giordani, 2017). No Nordeste brasileiro, destaca-se a *Prosopis juliflora*, uma leguminosa que se adapta a condições de baixa umidade do solo e altas temperaturas. Seus frutos são vagens, e as sementes contêm uma alta concentração de galactomanana (Damasceno; Ferrari; Giordani, 2017).

O extrato etanólico de própolis, um derivado apícola, contém compostos fenólicos que justificam sua aplicação em filmes com propriedades ativas. Esses compostos fenólicos, quando incorporados à estrutura polimérica de filmes biodegradáveis, podem potencializar as propriedades de conservação dos alimentos, tornando esses filmes uma estratégia eficaz para prolongar a vida útil dos produtos (Piñeros Hernandez *et al.*, 2017).

Este trabalho, portanto, tem como objetivo avaliar a incorporação de extrato de própolis em filmes biodegradáveis de galactomanana de *Prosopis juliflora* (algaroba), analisando suas propriedades físico-químicas. A pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de embalagens sustentáveis e seguras, alinhadas às tendências atuais de substituição de aditivos sintéticos por alternativas naturais, atendendo à demanda por soluções mais ecológicas e saudáveis.

2. Materiais e métodos

As vagens de algaroba foram coletadas na cidade de Sousa-PB, selecionadas quanto à maturação e integridade, acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas a $5 \pm 2^\circ\text{C}$ no laboratório de análises de alimentos do IFPB – Campus Sousa. As amostras foram fragmentadas, hidratadas por 24 horas, trituradas, e a fração sólida foi seca a $30 \pm 3^\circ\text{C}$ por 48 horas. As cápsulas foram separadas, moídas e passadas em peneira de 30 mesh e utilizadas para a extração da galactomanana.

A extração seguiu a metodologia descrita por Nascimento (2019), na qual a farinha das cápsulas foi imersa em água destilada (1:10 m/v), agitada a 50°C por 1 hora, centrifugada (5000 rpm, 25°C , 15 min), e o sobrenadante precipitado com etanol (1:2) por 24 horas a $5 \pm 2^\circ\text{C}$. A goma obtida foi filtrada, seca a 40°C por 24 horas e, em seguida, moída em moinho de facas do tipo Willey, com peneira de 30 mesh, para obtenção do pó.

Para a produção dos filmes biodegradáveis, a galactomanana inicialmente foi diluída em água destilada numa proporção de 5% (m/v) e para completa solubilização, a mistura foi agitada a temperatura ambiente por aproximadamente 1 h e por mais 1 h a 45°C . Formadas as soluções, foram misturadas e adicionadas de Glicerina (GLI) (numa proporção de 4%) e extrato de própolis vermelha (numa concentração de 0, 0,5% e 1%) de forma a obter 3 formulações diferentes, conforme pode-se observar na Tabela 1. O extrato de própolis vermelha foi adquirido de um comércio local da cidade de Sousa-PB.

Tabela 1 - Formulação dos filmes biodegradáveis de *Prosopis juliflora* (Sw) Dc.

Formulação Filmogênica	Galactomanana (%)	Extrato de Propolis Vermelha (%)	Glicerina (%)
F1	96	0	4
F2	95,5	0,5	4
F3	95	1	4

Fonte: Própria (2025).

As soluções foram vertidas em placas de Petri e acondicionadas em estufa com circulação de ar a 50 °C para evaporação do solvente, utilizando o método de casting. Os filmes elaborados foram caracterizados quanto ao pH, umidade, acidez titulável e teor de proteína, conforme metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A espessura dos filmes foi determinada utilizando-se um micrômetro digital (modelo IP40, Digimess, Brasil), com escala de 0 mm a 25 mm e precisão de 0,001 mm. Os valores apresentados representam a média de cinco medições realizadas aleatoriamente ao longo de cada amostra avaliada.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos (0, 0,5% e 1% de extrato de própolis vermelha) e três repetições cada, totalizando nove unidades experimentais. Os resultados foram expressos como médias acompanhadas do desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) univariada, ao nível de 5% de significância. Quando significativo, utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas no software GraphPad Prism, versão 8.0.

3. Resultados e discussão

Na tabela 2 são apresentados os resultados dos biofilmes.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas dos biofilmes produzidos

Formulações	pH	Umidade %	Acidez total titulável %	Proteína %	Espessura (mm)
F1	5,68c±0,07	42,38a±5,29	0,43a±0,25	0,53a±0,01	0,354a±0,01
F2	6,5a±0,02	43,38a±7,5	0,10b±0,00	0,52a±0,01	0,348a±0,02
F3	6,30b±0,06	34,80a±2,04	0,10b±0,00	0,52a±0,01	0,356a±0,03

a-c Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si (teste de Turkey, $p < 0,05$). F1 (controle, sem adição de extrato de própolis vermelha), F2 (com 0,5% de extrato de própolis vermelha) e F3 (com 1% de extrato de própolis vermelha).

Fonte: Própria (2025).

Em relação ao pH, observa-se que todas as formulações diferiram estatisticamente entre si e que a formulação F1 apresentou um valor numericamente menor (5,68) quando comparada às formulações F2 (6,50) e F3 (6,30). Esse pH mais baixo, aliado à maior acidez total titulável (0,43%), sugere que F1 possui maior potencial de estabilidade microbiológica, uma vez que ambientes mais ácidos tendem a inibir o crescimento de microrganismos deteriorantes. Além de inibir a proliferação de microrganismos, o pH exerce uma função de emulsificação dos filmes, como é previsto por Davanço *et al.*, (2007), a variação do pH pode causar a diminuição da capacidade de emulsificação e de formar filmes. Por sua vez, F2 e F3, com pH mais elevado e acidez reduzida (ambas com 0,10%), configuram-se como formulações mais suaves do ponto de vista ácido, o que pode favorecer a aceitação sensorial, embora exijam maior cuidado com a conservação. Segundo Bruni *et al.*, (2025), a incorporação de antioxidantes naturais em embalagens biodegradáveis representa uma abordagem inovadora e promissora para a preservação da qualidade dos alimentos.

Não houve diferença estatisticamente significativa no teor de umidade entre as formulações ($p > 0,05$). Observou-se, contudo, uma tendência de redução no teor de umidade na formulação F3 (1,0% de extrato de própolis vermelha), quando comparada à F1 (controle). Essa tendência pode estar relacionada à natureza hidrofóbica de compostos presentes na própolis, como flavonoides, compostos fenólicos e ceras, os quais podem interferir na retenção de água da matriz, reduzindo a atividade de água e o teor de umidade (Piñeros Hernandez *et al.*, 2017). Ressalta-se, porém, que tais diferenças não foram estatisticamente comprovadas, podendo ser atribuídas ao acaso experimental.

A acidez total titulável das formulações variou de forma clara entre os tratamentos: F1 (0,43%), F2 (0,10%) e F3 (0,10%). Observa-se que a formulação F1, isenta de extrato de própolis vermelha, apresentou um valor de acidez consideravelmente superior em relação às formulações F2 e F3, ambas contendo extrato de própolis em diferentes concentrações (0,5% e 1,0%, respectivamente).

Essa diferença sugere que a adição de extrato de própolis vermelha exerceu um efeito redutor sobre a acidez titulável da matriz. Essa redução pode estar associada à composição química do extrato de própolis, que contém compostos fenólicos, flavonoides, terpenos e outros constituintes de natureza levemente básica ou tamponante, capazes de neutralizar parte dos ácidos livres presentes na formulação. Além disso, a própolis pode interagir com ácidos orgânicos, formando complexos que não são detectados pela titulação, o que também contribui para a menor acidez observada nas amostras com extrato (Condock, 2023).

Os resultados obtidos para o teor de proteína nas formulações F1 (0,53a ± 0,01%), F2 (0,52a ± 0,01%) e F3 (0,52a ± 0,01%) indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Essa estabilidade

no teor de proteína pode ser explicada pelo fato de que o extrato de própolis é majoritariamente composto por compostos fenólicos, flavonóides, resinas e óleos essenciais, com quantidades desprezíveis de proteínas em sua composição (Lima, 2021). Por isso, a sua incorporação, mesmo em diferentes concentrações, não alterou significativamente a fração nitrogenada da matriz.

Não houve diferença na espessura dos filmes em função da adição e aumento da concentração de (EEP) quando comparada aos filmes controle F1, o que indica que a quantidade de extrato utilizada não alterou a quantidade de sólidos nas soluções filmogênicas e o controle da espessura em função da relação de massa de solução filmogênica/placa foi eficiente para todos os tratamentos. Resultados semelhantes a este trabalho foram reportados por Cunha (2017) ao adicionar diferentes concentrações de extrato etanólico de própolis em filmes de amido.

4. Considerações finais

A adição de extrato etanólico de própolis vermelha nas formulações F2 e F3 influenciou positivamente algumas propriedades físico-químicas das formulações, como o aumento do pH e a tendência de redução da umidade e da acidez titulável, sem causar alterações estatísticas na quantidade de proteína e na espessura dos filmes. Esses resultados indicam que o extrato pode contribuir para maior estabilidade microbiológica e sensorial, além de reforçar seu potencial como aditivo natural funcional em sistemas biodegradáveis.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Sousa
Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Cnpq

Referências

BRUNI, A. R. S., ALVES, E. S., CAMPOS, T. A. F., CARVALHO, L. C., JÚNIOR, O. O. S. Incorporação de antioxidantes naturais em embalagens de alimentos biodegradáveis: melhorando a qualidade e a vida útil dos alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Química**, v. 36, n. 9, p. e-20250074, 2025.

CONDACK, Cecília Pena Macário. Avaliação farmacológica de extrato etanólico de própolis originárias de Rio das Ostras e Macaé (RJ/Brasil) para o tratamento de doenças cardiovasculares. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia)–Instituto de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2023.**

CUNHA, Giana Ferreira da. **Biofilmes à base de amido incorporados com extrato etanólico de própolis**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, p.1- 88, 2017.

DAMASCENO, G.A.B.; FERRARI, M.; GIORDANI, R. B. *Prosopis juliflora* (SW) D.C., an invasive specie at the Brazilian Caatinga: phytochemical, pharmacological, toxicological and technological overview. **Phytochemistry Reviews**, v. 16, p. 309-331, 2016.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 408–416, abr. 2007.

DE SALES, P. F., de O. S., Y. R., LAPA, L. S. S., AMARAL, F. H. C. et al. Caracterização e aplicação de filmes biodegradáveis de amido de incorporados de extrato de própolis-verde. **ForScience**, v. 9, n. 2, p. e00958-e00958, 2021.

FONSECA-SANTOS, B.; CHORILLI, M. An overview of carboxymethyl derivatives of chitosan: Their use as biomaterials and drug delivery systems. **Materials Science and Engineering C**, v. 77, p. 1349–1362, 2017.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tinglea - São Paulo, (4ª ed.)1020, 2008

LIMA, Lidiana Souza Correia. Extrato de própolis de abelhas africanizadas microencapsulado em soro de leite como agente antioxidante em manteiga. 2021.

NASCIMENTO, J. F. **Influência do processo da fabricação nas propriedades de filmes biodegradáveis a base de galactomanana**. 2019. 82 f. Dissertação (Mestrado em energias renováveis) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019

PIÑEROS-HERNANDEZ, D.; MEDINA-JARAMILLO, C.; LOPEZ-CÓRDOBA, A.; GOYANES, S. Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 63, p. 488–495, 2017.