

CIÊNCIA PARA TODOS NO SEMIÁRIDO POTIGUAR
FEIRA DE CIÊNCIAS DA 15ª DIREC

BIOFILME CONSERVANTE À BASE DE MANDIOCA E COMPOSTOS NATURAIS

Área de Pesquisa: Ciências Biológicas e Sustentabilidade

Escola: Instituto Estadual de Educação Profissional, Tecnologia e Inovação do Rio Grande do Norte – IERN Alexandria

Orientador: Rayanna Campos Ferreira

Coorientador: Antônio Félix Neto

Autores: Francisco Daniel Vieira do Nascimento, Pedro Ruan da Silva Sousa, Edmilson Oliveira Nunes Júnior

Período de desenvolvimento do projeto: 4 meses

ALEXANDRIA- RN

2025

RESUMO

A busca por alternativas sustentáveis e seguras para a conservação de alimentos, em resposta aos impactos ambientais das embalagens plásticas e aos riscos à saúde de conservantes sintéticos, tem se intensificado. Neste contexto, este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar um biofilme ativo e biodegradável à base de goma de mandioca, mel e extratos de orégano e alecrim fermentados, como uma alternativa natural para aumentar a vida útil de frutas. O biofilme foi formulado com uma matriz de goma de mandioca, plastificada com mel e enriquecida com um extrato de ervas fermentadas, obtido a partir de orégano, alecrim e vinagre de maçã. A eficácia do biofilme foi avaliada em maçãs e bananas, comparando-se um grupo tratado com o biofilme e um grupo controle não tratado, durante sete dias em condições de armazenamento ambiente. As análises foram realizadas por meio de observações visuais, táteis e olfativas diárias. Os resultados demonstram que as frutas revestidas com o biofilme apresentaram uma taxa de deterioração significativamente menor em comparação com o grupo controle. A matriz de goma de mandioca e mel agiu como uma barreira física, enquanto os extratos fermentados de orégano e alecrim, ricos em compostos bioativos, exerceram ação antioxidante e antimicrobiana, retardando o escurecimento e a proliferação de mofo. Concluiu-se que o biofilme desenvolvido é uma solução promissora, acessível e sustentável para a conservação de frutas, oferecendo uma alternativa eficaz aos métodos convencionais e apresentando potencial para aplicação em pequena escala.

Palavras-chave: Compostos bioativos. Conservação de alimentos. Sustentabilidade.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 4 |
| OBJETIVOS..... | 5 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 6 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 9 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 11 |
| REFERÊNCIAS | 12 |

1 INTRODUÇÃO

Em meio ao crescente debate sobre sustentabilidade e segurança alimentar, a busca por alternativas aos conservantes químicos e às embalagens plásticas tem se intensificado. A aplicação de aditivos sintéticos, embora eficaz, tem gerado preocupações crescentes quanto aos seus potenciais impactos na saúde humana, com estudos apontando possíveis associações com alergias, disfunções metabólicas e outras condições de saúde, especialmente em populações vulneráveis como crianças (POLÔNIO e PERES, 2009; BRITO e ANDRADE, 2022).

Paralelamente, o acúmulo de resíduos plásticos, dos quais a indústria de embalagens é a principal contribuinte (GEYER et al., 2017), representa uma grave crise ambiental. Dados da literatura mostram que a produção global de plástico cresceu exponencialmente, com metade de todo o material já produzido tendo sido fabricado nos últimos 13 anos. Grande parte desse material é descartado de forma inadequada, contribuindo para a poluição dos oceanos e o surgimento de microplásticos, que representam uma ameaça à vida marinha e à cadeia alimentar (JAMBECK et al., 2015).

A tecnologia de filmes e revestimentos comestíveis tem sido amplamente investigada como uma alternativa promissora para a conservação de alimentos (BOURTOOM, 2008). Diversos estudos exploraram biopolímeros como o amido de mandioca como matrizes biodegradáveis com excelente capacidade de formação de filmes (GOMES; BORGES, 2022). Adicionalmente, agentes bioativos naturais são comumente incorporados a esses filmes para conferir propriedades funcionais. O mel, por exemplo, é reconhecido por suas propriedades antimicrobianas intrínsecas (MUNDO et al., 2004), enquanto extratos de ervas como o orégano e o alecrim são valorizados por seus compostos fenólicos (carvacrol, timol e ácido rosmarínico), que possuem comprovada ação antimicrobiana e antioxidante (ARAÚJO et al., 2025). O processo de fermentação dos extratos, por sua vez, é uma técnica que pode potencializar a atividade desses compostos, tornando-os mais biodisponíveis (SANTOS; SANTANA, 2022).

Embora a literatura já aborde a aplicação de filmes comestíveis e compostos bioativos, há uma lacuna na pesquisa sobre a combinação de uma matriz de baixo custo (goma de mandioca) com mel e extratos de orégano e alecrim fermentados. A presente proposta busca preencher essa lacuna, oferecendo uma tecnologia acessível e com um mecanismo de ação inovador para a conservação de alimentos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Desenvolver e avaliar um biofilme ativo e biodegradável à base de goma de mandioca, mel e extratos de ervas (orégano e alecrim) fermentadas, visando o aumento da vida útil de frutas como uma alternativa natural e sustentável aos conservantes convencionais.

Objetivos Específicos

- Formular e descrever uma formulação para o biofilme, determinando as proporções ideais de goma de mandioca, mel e extratos fermentados para garantir suas propriedades de barreira e flexibilidade.
- Preparar os extratos fermentados de orégano e alecrim, com o intuito de potencializar a liberação e a atividade de seus compostos bioativos.
- Avaliar a eficácia do biofilme na redução da taxa de deterioração, comparando a conservação de frutas revestidas com um grupo-controle não tratado, por meio de análises visuais, táteis e olfativas.
- Analisar a viabilidade do biofilme como uma solução acessível e sustentável para pequenos produtores e consumidores, considerando o custo dos ingredientes e a facilidade de produção em pequena escala.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo experimental foi realizado entre abril e agosto de 2025 no Laboratório de Química e Biologia do IERN Alexandria. O objeto de estudo principal foi um biofilme conservante desenvolvido a partir de polímeros naturais. Sua formulação consistiu em uma matriz à base de goma de mandioca (amido), plastificada com mel orgânico, e enriquecida com extratos de orégano e alecrim fermentados. As frutas (maçãs e bananas) foram utilizadas como substrato para a aplicação e avaliação de suas propriedades de conservação.

O estudo experimental comparativo buscou avaliar o efeito do biofilme na conservação de frutas. O delineamento foi composto por dois grupos: o grupo teste, com frutas revestidas pelo biofilme, e o grupo controle, com frutas não tratadas. Para esta análise preliminar e qualitativa, a amostra incluiu uma maçã e uma banana para cada grupo (n=1). A avaliação da conservação foi conduzida ao longo de sete dias, com observações diárias.

O processo de produção e aplicação do biofilme seguiu uma sequência cronológica de procedimentos. Inicialmente, o extrato fermentado foi preparado em um recipiente (Fig. 1) com 10 gramas de orégano desidratado, 10 gramas de alecrim desidratado, 3 pedaços de maçã com casca (atuando como fonte natural de leveduras e lactobacilos) e 2 colheres de chá de mel (fonte de alimento para os microrganismos). A mistura foi dissolvida em 100 mL de vinagre de maçã, que serviu como agente acidificante e promotor da fermentação, e 100 mL de água filtrada, para ajustar a acidez.

Figura 1. Recipiente contendo os ingredientes para início da fermentação das ervas.



O recipiente foi fechado parcialmente, mantido em repouso por 3 dias para a fermentação, deixando uma pequena abertura para a saída de gases e para observar a formação de bolhas, que indicam que a fermentação está ativa.

A seguir, para a produção do biofilme (Fig. 2A), a matriz foi elaborada dissolvendo 20 gramas de goma de mandioca em 200 mL de água filtrada, aquecida sob agitação contínua em fogo médio até atingir a consistência gelatinosa (Fig. 2B). Após resfriamento, foram adicionados 50 gramas de mel orgânico e 20 mL do extrato fermentado.

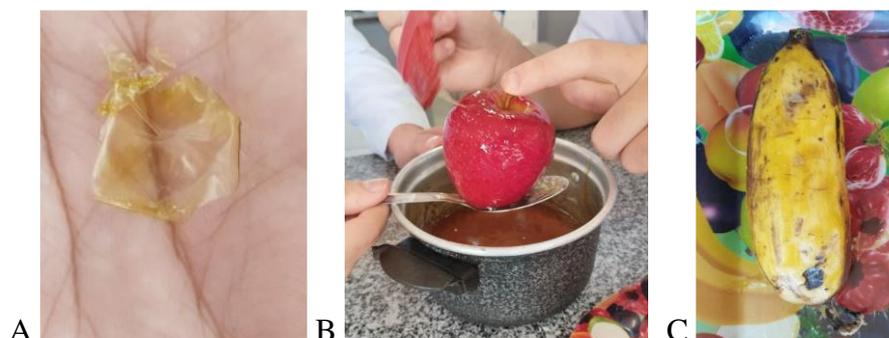
Figura 2 A e B. Ingredientes para produção do biofilme (A) / Consistência gelatinosa (B).



Para o experimento, foram utilizadas duas maçãs e duas bananas, sem nenhum tratamento prévio de lavagem ou higienização industrial, garantindo que as condições de superfície fossem as mais próximas das encontradas em ambientes de consumo. As frutas foram armazenadas em temperatura ambiente, com umidade relativa e iluminação não controladas, simulando um ambiente doméstico padrão. Não foram estabelecidos critérios de inclusão ou exclusão adicionais para as frutas, exceto pela integridade física no momento da aquisição.

O biofilme líquido foi aplicado manualmente sobre as superfícies das frutas do grupo teste, formando uma camada uniforme de aproximadamente 0,5 mm de espessura (Fig. 3 A, B e C). As frutas revestidas foram secas à temperatura ambiente por 2 horas antes de serem armazenadas.

Figura 3 A, B e C. Aplicação do biofilme (A) em maçã (B) e banana (C).



A avaliação das frutas foi realizada diariamente, por sete dias, por meio de observações visuais das alterações na coloração, surgimento de mofo e manchas. Para a análise dos dados, as observações diárias das variáveis qualitativas (coloração, odor, textura) foram comparadas entre os grupos (tratado e controle). A avaliação da eficácia do biofilme foi realizada de forma descritiva, utilizando os registros e as imagens coletadas ao longo do período de sete dias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das frutas tratadas com o biofilme e do grupo controle ao longo de sete dias revelou diferenças significativas na taxa de deterioração. Nas frutas do grupo controle (sem biofilme), observou-se um mais rapidamente o processo de escurecimento e amolecimento da polpa. A partir do quarto dia, as bananas controle já apresentavam manchas escuras acentuadas e uma textura mais mole.

Em contraste, as frutas revestidas com o biofilme apresentaram uma notável preservação da qualidade visual e tátil. A coloração original das maçãs e bananas foi mantida por um período prolongado, e a textura permaneceu firme por toda a duração do experimento. Ao final dos sete dias, as frutas com biofilme ainda apresentavam sinais mínimos de deterioração, sem qualquer indicação de mofo ou odor de fermentação, demonstrando uma taxa de degradação significativamente menor em comparação com o grupo controle. A seguir pode ser verificado através da Fig. 4 A e B, o comparativo entre o grupo controle e o grupo com biofilme aplicado, após 7 dias de aplicação do biofilme.

Figura 4 A. Maçã com biofilme e controle



Figura 4 B. Banana controle e com biofilme



Os resultados obtidos confirmam a hipótese de que o biofilme é capaz de aumentar a vida útil das frutas, retardando a deterioração, como pode ser demonstrado na Fig. 5 A e B. O sucesso na conservação pode ser atribuído à ação sinérgica de seus componentes, que atuam em diferentes frentes. A matriz de goma de mandioca e mel criou uma barreira física eficiente, que minimizou a exposição do alimento ao oxigênio atmosférico e reduziu a perda de umidade, fatores primários na oxidação e no ressecamento da superfície.

Figura 5 A. Maça com biofilme e controle



Figura 5 B. Banana controle e com biofilme



Além disso, a eficácia do biofilme é reforçada pela ação dos compostos bioativos dos extratos fermentados de orégano e alecrim. A inibição do escurecimento nas frutas tratadas é um indicativo da potente ação antioxidante dos ácidos fenólicos, como o ácido rosmarínico (SOUZA et al., 2020), que neutralizaram os radicais livres responsáveis pela oxidação. Por outro lado, a ausência de mofo e outros sinais de decomposição microbiana sugere que os compostos antimicrobianos, como o carvacrol e o timol, foram eficazes em inibir a proliferação de micro-organismos deteriorantes (BURT, 2004). O processo de fermentação pode ter potencializado a biodisponibilidade desses compostos, como sugerido pela literatura, reforçando sua ação conservante.

Embora o estudo tenha sido qualitativo e com uma amostra limitada, os resultados demonstram o potencial promissor do biofilme como uma alternativa natural e acessível aos conservantes químicos. A observação de sua eficácia em condições de armazenamento simples indica que a tecnologia pode ser viável para uso em pequena escala, abrindo caminho para pesquisas futuras com foco na otimização da formulação, na análise quantitativa da taxa de deterioração e na avaliação da liberação dos compostos ativos.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um biofilme à base de goma de mandioca, mel e extratos de ervas fermentadas (orégano e alecrim), é capaz de aumentar a vida útil de frutas ao reduzir a proliferação de microorganismos deteriorantes e a oxidação natural dos alimentos, devido à liberação de compostos bioativos com ação antimicrobiana e antioxidante, formando uma barreira protetora natural.

Essa alternativa configura-se como uma solução eficaz, acessível e sustentável em comparação aos conservantes químicos industriais, beneficiando pequenos produtores e consumidores preocupados com a saúde e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS¹

- ARAÚJO, P. L. et al. Aplicação de antioxidantes naturais em carnes e produtos cárneos: Uma alternativa promissora. **Agronfy**, [S. l.], 2025. Disponível em: <<https://agronfy.com.br/aplicacao-de-antioxidantes-naturais-em-carnes-e-produtos-carneos-uma-alternativa-promissora/>>. Acesso em: 2 ago. 2025.
- BOURTOOM, T. Edible films and coatings: Characteristics and properties. **International Food Research Journal**, v. 15, n. 3, p. 237-248, 2008. Disponível em: <[http://www.ifrj.upm.edu.my/15%20\(3\)%202008/01.%20Bourtoom%2C%20T.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/15%20(3)%202008/01.%20Bourtoom%2C%20T.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- BRITO, A. C. T.; ANDRADE, J. S. Aditivos alimentares: impacto que pode causar na saúde humana. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, e489111133929, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/rsd/article/download/33929/28635/379388>>. Acesso em: 20 jul. 2025.
- BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, 223-253, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160504001680>>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, 2017. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- GOMES, C. J. V.; BORGES, N. S. Desenvolvimento de biofilmes a base de amido de mandioca para embalagens de alimentos. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, p. 1-29, 2022. Disponível em: <<https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/download/886/601/3342>>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- JAMBECK, J. R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352>>. Acesso em: 31 jul. 2025.
- MUNDO, M. A.; PADILLA-ZAKOUR, O. I.; WOROBO, R. W. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. **Journal of Applied**

¹ Conhecer e fazer uso do **Mecanismo Online para Referências (MORE)**. Esta plataforma auxilia o pesquisador na produção e guarda das citações e referências. Disponível em: <<http://www.more.ufsc.br>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

Microbiology, v. 97, n. 1, p. 1-8, 2004. Disponível em: <

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15527912/>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 8, p. 1653-1666, 2009.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/csp/a/XVPR6xTdLqhnRvhCsfqrjRz/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 jun. 2025.

SANTOS, T. R. J.; SANTANA, L. C. L. A. Conventional and emerging techniques for extraction of bioactive compounds from fruit waste. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, e2021130, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.13021>>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SOUZA, L. A., et al. Atividade antimicrobiana de óleo de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em carnes inoculadas com *Escherichia coli*. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 2, p. 592-605, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34115/basrv4n2-013>>. Acesso em: 31 jul. 2025.