



PERDA DE MASSA EM GOIABAS REVESTIDAS COM COBERTURAS A BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA ADITIVADA COM DIFERENTES AGENTES HIDROFÓBICOS

Lídia L. Marinho¹; Bruna R. G da Silva¹; Edna M. M. Aroucha¹, Luiz P. de O. Queiroz², Francisco K. G. dos Santos³, Ricardo H. de L. Leite¹,

¹Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará – IFCE

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

lidia.marinho@alunos.ufrsa.edu.br

Palavras-Chave: Coberturas, Ceras, Pós-colheita.

Introdução

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta tropical de elevado valor econômico e nutricional, amplamente apreciada pelo mercado consumidor. Contudo, devido à sua fisiologia climática e alta taxa respiratória, apresenta acentuada perecibilidade pós-colheita, caracterizada por rápida perda de massa, amaciamento da polpa e alteração da cor da casca durante o armazenamento à temperatura ambiente. O uso tradicional de embalagens plásticas sintéticas derivadas do petróleo atenua a deterioração, mas gera expressivo acúmulo de resíduos não biodegradáveis poluentes no meio ambiente (Wang et al., 2023; Salehi et al., 2024).

A investigação dos impactos de diferentes métodos de conservação pós-colheita sobre os processos fisiológicos, as rotas metabólicas e a qualidade pós-colheita da goiaba são essenciais para otimizar as tecnologias de manutenção do fruto. Entre os recursos utilizados, os tratamentos com embalagem desempenham função decisiva ao mitigar a deterioração de frutas e hortaliças perecíveis. Atualmente, a embalagem em atmosfera modificada (MAP) e os sistemas de atmosfera controlada consolidam-se como as principais metodologias empregadas para preservar a qualidade ao longo da cadeia de comercialização (Joshi et al., 2019; Matar et al., 2021; Chang et al., 2026).

Diante dessa problemática, os filmes e revestimentos biodegradáveis à base de biopolímeros, como o amido de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), surgem como alternativas sustentáveis promissoras (Onyeaka et al., 2022; Matheus et al., 2023). O amido de mandioca forma matrizes transparentes e de fácil processamento, mas sua elevada hidrofiliabilidade resulta em baixa barreira ao vapor d'água, limitando o controle da perda de umidade do fruto.

Para contornar essa limitação, a incorporação de agentes hidrofóbicos como cera de carnaúba, cera de abelha e parafina, associados ao plastificante glicerol e ao tensoativo Tween 80, melhora as propriedades mecânicas e a barreira hídrica da película (Dey et al., 2022; Dutta & Sit, 2024; Rammak et al., 2026). No entanto, estudos comparativos sobre a utilização desses diferentes aditivos lipídicos aplicados diretamente na conservação pós-colheita da goiaba são escassos. (Perez-Vazquez et al., 2023).

A incorporação da cera de carnaúba como agente hidrofóbico na matriz de amido reduz a permeabilidade ao vapor d'água da película, promovendo maior resistência à transpiração do fruto. A adição do plastificante glicerol e do surfactante não iônico Tween 80 garante a flexibilidade do filme e a perfeita homogeneização entre as fases hidrofílica e lipídica. Como



resultado, o revestimento atua como uma barreira semipermeável na casca da goiaba, reduzindo a taxa respiratória do fruto climatérico e desacelerando os processos de degradação e senescência durante o armazenamento (Onyeaka et al., 2022; Dey et al., 2022; Dutta & Sit, 2024).

A utilização da cera de abelha destaca-se pela capacidade de conferir elevada barreira hídrica e estabilidade às matrizes amiláceas, superando o desempenho de outros lipídios vegetais, como a cera de candelila (*Euphorbia cerifera*) (Rammak et al., 2026). Essa propriedade é crucial para a conservação da goiaba, pois o recobrimento reduz as perdas de massa por transpiração e minimiza a atividade metabólica do fruto climatérico, resultando no retardo da senescência e na manutenção da qualidade pós-colheita durante o armazenamento.

Embora, a parafina reduza eficientemente a perda de água em frutas e hortaliças, sua origem não renovável e restrições de comestibilidade justificam sua inclusão neste estudo como padrão comparativo sintético para testar a eficácia dos revestimentos biodegradáveis na conservação de goiabas (Perez-Vazquez et al., 2023).

Este trabalho tem como objetivo, comparar e avaliar a eficácia da incorporação de materiais hidrofóbicos em uma matriz de amido de mandioca aplicado como revestimento biopolimérico para a redução da perda de massa em goiabas.

Material e Métodos

Para o desenvolvimento dos revestimentos comestíveis, foram utilizados amido de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) como matriz biopolimérica base, glicerol como agente plastificante e o tensoativo não iônico Tween 80 como emulsificante, além de água destilada para a dispersão dos componentes. Como agentes hidrofóbicos, avaliaram-se três materiais distintos: cera de abelha, cera de carnaúba e parafina.

Foram elaboradas três formulações de revestimentos correspondentes às concentrações de 10%, 20% e 40% para cada agente hidrofóbico empregado no estudo, mantendo-se a proporção fixa de 5% de massa seca (amido + agente hidrofóbico + aditivos). No preparo das misturas filmogênicas, o amido de mandioca e o glicerol foram dispersos em água destilada e submetidos a aquecimento sob agitação constante até a completa gelatinização da matriz amilácea. Posteriormente, o respectivo agente hidrofóbico associado ao Tween 80, previamente solubilizados, foi incorporado à suspensão aquosa sob agitação mecânica contínua, garantindo a emulsificação eficiente da fase lipídica na matriz polimérica. As concentrações de glicerol e Tween 80 foram de 20%, ambas. A metodologia de preparação das formulações foi adaptada de Oliveira et al. (2018b)

Para a aplicação das coberturas, goiabas (*Psidium guajava* L.) sadias, isentas de injúrias mecânicas e apresentando tamanho e grau de maturação uniformes, foram selecionadas e higienizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm durante 10 minutos. A sanitização foi seguida do enxágue e secagem dos frutos. Foram utilizadas parcelas de três frutos por tratamento. Os revestimentos foram aplicados mediante a imersão individual das goiabas nas respectivas misturas filmogênicas por 30 segundos, procedendo-se ao escorrimento do excesso e à secagem ao ar ambiente até a consolidação da película. Um grupo controle, composto por frutos não revestidos, foi mantido sob as mesmas condições experimentais. Em seguida, todas as amostras foram dispostas e armazenadas sob temperatura e umidade ambientes (28 ± 3 °C, 65 ± 5 % UR)) ao longo de 8 dias, sendo submetidas a avaliações em intervalos regulares de tempo, conforme protocolos consolidados para biofilmes aplicados à goiaba (Oliveira et al., 2018a).

A perda de massa fresca (%) foi quantificada por diferença entre a massa inicial dos frutos e a massa aferida em cada intervalo de amostragem, com o auxílio de balança analítica de precisão (Francisco et al., 2020).

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se os tratamentos de revestimento e o grupo controle com suas respectivas repetições. As taxas médias de perda de massa dos frutos foram obtidas a partir das inclinações das retas de perda de massa em função do tempo de armazenagem.

Resultados e Discussão

As perdas de massa dos frutos seguiram um comportamento linear em todos os casos, com coeficiente de determinação variando entre 0,978 e 0,999. As taxas de perda massa média obtidas para os frutos submetidos aos diferentes tratamentos são mostradas na Figura 01.

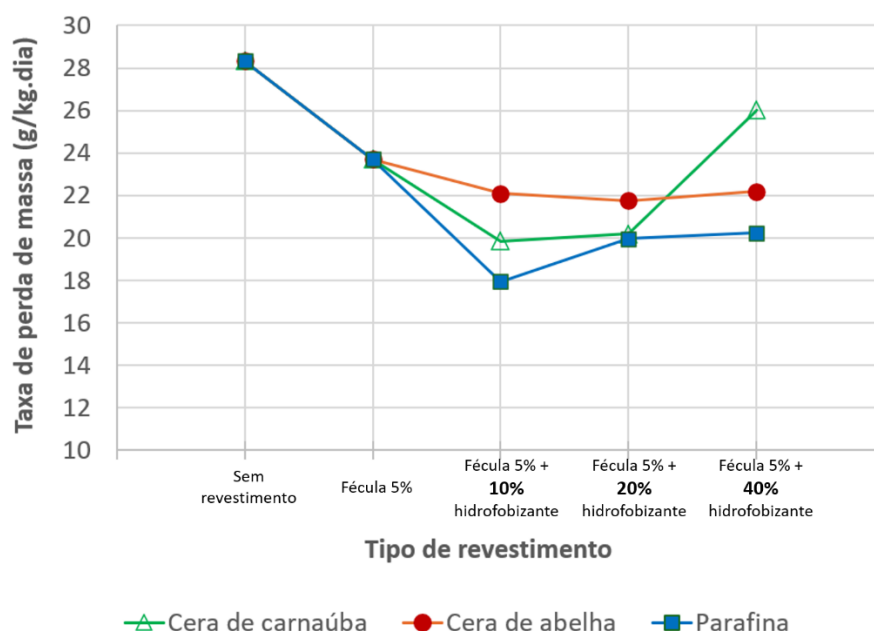


Figura 01 – Taxas de perda de massa médias obtidas para goiabas revestidas com diferentes coberturas a base de fécula de mandioca, glicerol, Tween 80 e diferentes tipos e concentrações de materiais hidrofóbicos adicionados

A perda de massa em goiabas decorre da respiração e transpiração do fruto, nos frutos controle a perda de massa média foi de 28,3 g/kg.dia. O declínio na massa fresca ocorre em função do efluxo de água, fator crítico na manutenção dos atributos de qualidade e na conservação pós-colheita. Essa desidratação induz alterações morfológicas visíveis, depreciando a estética comercial da goiaba e causando perdas econômicas importantes com a redução do peso dos frutos na comercialização.

O recobrimento dos frutos com um filme de fécula de mandioca a 5% reduziu a taxa de perda de massa para 23,7 g/kg.dia, ou seja, uma diminuição de 16,3% em relação aos frutos do controle. Este resultado corrobora com os obtidos por Singh, Saroj e Kaur (2024), nos quais a deposição de revestimentos biopoliméricos sobre a superfície epidérmica dos frutos elevou a



resistência difusiva ao vapor de água, restringindo a transpiração para a atmosfera e contendo a perda de massa durante a estocagem.

A adição de 10% de material hidrofóbico na matriz biopolimérica dos filmes de fécula de mandioca reduziu ainda mais as taxas médias de perda de massa das goiabas em relação ao controle, obtendo-se valores de 22,1 g/kg.dia, 19,9 g/kg.dia e 18,0 g/kg.dia para a adição de cera de abelha, cera de carnaúba e parafina, respectivamente. Dentre os três materiais estudados, a parafina forneceu as menores taxas de perda de massa, seguida na ordem pela cera de carnaúba e cera de abelha, reduzindo a taxa de perda de massa das goiabas em, 36,4%, 29,7% e 21,9%, respectivamente, em relação aos frutos do controle. Matrizes hidrofóbicas, a exemplo das ceras de carnaúba e abelha, assim como a parafina, criam obstáculos à passagem das moléculas de água que difundem através da matriz hidrofílica da fécula de mandioca, aumentando o percurso destas moléculas e reduzido a taxa de permeabilidade ao vapor de água. Não obstante, a permeabilidade ao vapor de água dessas películas apresenta expressiva variabilidade, estando condicionada à composição química e ao arranjo estrutural das frações hidrofóbicas empregadas (Aranda-Ledesma et al., 2022).

Observou-se que o aumento da concentração de cera de abelha, acima de 10%, não produziu maiores reduções nas perdas de massa média das goiabas. No caso da cera de carnaúba e da parafina, concentrações acima de 10% levam a maiores taxas de perda de massa nas goiabas. Isso pode ser resultado de uma desestruturação da matriz biopolimérica da fécula de mandioca ocasionada pela aglutinação de partículas dos materiais hidrofóbicos, ou a prejuízos na capacidade de aderência da cobertura à superfície da goiaba, decorrente da diminuição dos sítios hidrofílicos na cobertura depositada.

Conclusões

Dentre os materiais hidrofóbicos estudados, a parafina foi a que permitiu a obtenção das menores taxas de perda de massa nas goiabas. No entanto, este material é oriundo do petróleo, fonte não renovável. A cera de carnaúba demonstrou resultados intermediários entre os obtidos para a parafina e a cera de abelha na redução da taxa de perda de massa em goiabas, porém apresenta a vantagem de ser obtida de fonte renovável. A menor redução da perda de massa em goiabas foi obtida pela cera de abelha. Em todos os casos, a concentração de material hidrofóbico de 10% foi a que apresentou as menores taxas de perda de massa para as goiabas. O uso de concentrações de material hidrofóbico a 20% e 40% levaram a uma desestabilização da matriz polimérica e consequentemente a coberturas com menor capacidade de barreira ao vapor de água.

Agradecimentos

Agradecemos à UFERSA, ao PPGCEM e ao Laboratório de Pós-Colheita pelo suporte institucional, infraestrutura e apoio técnico para esta pesquisa.



Referências

ARANDA-LEDESMA, N. E. *et al.* Candelilla wax: prospective suitable applications within the food field. **LWT**, v. 159, e113170, 2022.

CHANG, J. *et al.* Effects of different packaging treatments on postharvest quality and metabolic profiles of guava during storage. **LWT**, v. 251, e119569, 2026.

DEY, A. *et al.* Carnauba wax-based composite films and coatings: recent advancement in prolonging postharvest shelf-life of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 129, p. 296-305, 2022.

DUTTA, D.; SIT, N. Comprehensive review on developments in starch-based films along with active ingredients for sustainable food packaging. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 38, e101534, 2024.

FRANCISCO, C. B. *et al.* Shelf-life of guavas coated with biodegradable starch and cellulose-based films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 152, p. 272-279, 2020.

JOSHI, K. *et al.* Predicting quality attributes of strawberry packed under modified atmosphere throughout the cold chain. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 21, e100354, set. 2019.

MATAR, C. *et al.* Benefit of modified atmosphere packaging on the overall environmental impact of packed strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 177, e111521, 2021.

MATHEUS, J. R. V. *et al.* Cassava starch films for food packaging: trends over the last decade and future research. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 225, p. 658-672, 2023.

OLIVEIRA, V. R. L. *et al.* Use of biopolymeric coating hydrophobized with beeswax in post-harvest conservation of guavas. **Food Chemistry**, v. 259, p. 55-64, 2018a.

OLIVEIRA, V. R. L. *et al.* Effect of Drying Temperature in Biopolymeric Films of Cassava Starch and its Effect on Wettability, Water Vapor Barrier and Mechanical Properties. **Materials Science Forum (Online)**, v. 930, p. 270-275, 2018b.

ONYEAKA, H. *et al.* Current research and applications of starch-based biodegradable films for food packaging. **Polymers**, v. 14, n. 6, e1126, 2022.

PEREZ-VAZQUEZ, A. *et al.* Edible coatings as a natural packaging system to improve fruit and vegetable shelf life and quality. **Foods**, v. 12, n. 19, e3570, 2023.



RAMMAK, T. *et al.* Effect of beeswax on the properties of a starch/gelatin bioplastic for sustainable packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 352, e151063, 2026.

SALEHI, M. *et al.* Microplastics: from intrinsic properties to environmental fate. **Environmental Engineering Science**, v. 41, n. 11, p. 425–435, 2024.

SINGH, M.; SAROJ, R.; KAUR, D. Optimized chitosan edible coating for guava and its characterization. **Measurement: Food**, v. 14, e100145, 2024.

WANG, L. *et al.* Sources, distribution, and environmental effects of microplastics: a systematic review. **RSC Advances**, v. 13, n. 23, p. 15566–15574, 2023.