



Imagem: Maria Fernanda Borges

COMUNICADO
TÉCNICO

123

São Carlos, SP
Julho, 2024

Embrapa

De cascas de banana a filmes ativos

Rodrigo Duarte Silva
Amanda Doria de Santi
Caio Gomide Otoni
Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo

De cascas de banana a filmes ativos

Rodrigo Duarte Silva, engenheiro químico, doutor em Engenharia de Materiais, pós-doutorando na Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP. Amanda Doria de Santi, graduanda em Engenharia de Materiais e Manufatura na EESC-USP, São Carlos, SP. Caio Gomide Otoni, engenheiro de alimentos, doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Professor Adjunto A do Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP. Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, engenheira de alimentos, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

Introdução

A produção mundial de banana em 2022 foi de cerca de 135 milhões de toneladas métricas (STATISTA, 2024), sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial (EMBRAPA, 2024). Bananas podem ser consumidas *in natura* ou processadas para produção de néctares, banana passa, banana chips, entre outros produtos. Cada tonelada de banana pode gerar cerca de 440 kg de cascas (SOUZA et al., 2010), que são geralmente descartadas (gerando problemas de poluição) ou subutilizadas (por exemplo, em alimentação animal). Considerando que subprodutos de alimentos têm sido considerados como promissoras matérias-primas para a obtenção de materiais (OTONI et al., 2021), cascas de banana podem ser consideradas para a produção de filmes biodegradáveis. Existem trabalhos relatando o isolamento de compostos de casca de banana para a produção de filmes, como um trabalho anterior da Embrapa (OLIVEIRA et al., 2017) em que pectina e nanocristais de celulose de casca de banana foram usados para a produção de filmes nanocompósitos. Uma alternativa mais interessante sob os aspectos econômico e ambiental é a elaboração de filmes a partir do subproduto integral, caracterizando seu aproveitamento total. Desta forma, pode-se ainda explorar as propriedades

funcionais (especialmente antioxidantes e absorvedoras de luz UV) de compostos contidos no subproduto (no caso, casca de banana), como compostos fenólicos.

O objetivo deste trabalho foi produzir filmes ativos (antioxidantes e absorvedores de luz UV) com base no uso integral de cascas de banana.

Bananas da variedade Nanica com índice de cor da casca entre 6 (completamente amarela) e 7 (completamente amarela com manchas marrons) foram adquiridas no mercado local. As cascas foram separadas e submetidas a um tratamento térmico de branqueamento (para inativação de enzimas, como a polifenoloxidase – PPO, que promove escurecimento). Para o branqueamento, 1,8 kg de cascas foram imersas em 5 L de solução de ácido cítrico a 1% em ebulição, por 3 min. Em seguida, as cascas foram secas em estufa com circulação de ar (MA 035/5I, Marconi) a 50 °C, até peso constante. As cascas secas foram então moídas em moinho de facas (SL-31, Solab) e em seguida moídas a um pó fino em moinho de rotor Pulverisette 14 (Fritsch), usando uma peneira de 0,5 mm, com o rotor operando a 15.000 rpm.

A casca de banana em pó foi então submetida a um tratamento

Hidrotérmico, no qual o pó foi disperso em água destilada (a uma proporção mássica aproximada de 1:14) sob agitação mecânica a 500 rpm por 1 h, e então a dispersão foi transferida para um frasco de vidro com tampa de rosca e processado em autoclave a 121 °C por 30 min a 1,2 kgf cm⁻².

Após resfriamento à temperatura ambiente, adicionaram-se à dispersão glicerol a 15% e carboximetilcelulose (CMC) a 20% (ambas as concentrações calculadas com base na massa seca de casca de banana em pó). A CMC foi adicionada para melhorar as propriedades físicas dos filmes (o que se observou a partir de testes preliminares). Adicionaram-se 2 gotas de 1-octanol (agente anti-espumante, para reduzir a formação de bolhas). A mistura foi agitada por 30 min a 500 rpm e homogeneizada em Ultra-Turrax T18 (IKA) a 15.000 rpm por 5 min. A dispersão foi então desgaseificada em bomba de vácuo (-800 mmHg, 25 min) e vertida sobre placas de vidro cobertas com um filme de polietileno tereftalato (PET), usando uma barra de casting para uniformizar a espessura inicial da camada de dispersão em 3 mm. O filme foi seco em estufa com circulação de ar (MA035/5I, Marconi) a 50°C por 20 h.

As principais propriedades do filme estão apresentadas na Tabela 1. As propriedades mecânicas do filme foram comparáveis às de outros materiais preparados de forma semelhante, como por exemplo, filmes à base de casca de abacate hidrolisada e pectina fisicamente reticulada com íons Ca²⁺ (MERINO et al., 2021). A permeabilidade ao vapor de água do filme de casca de banana também foi comparável à desses filmes. Entretanto, seu valor de ângulo de contato foi maior,

Característico de uma superfície hidrofóbica (ACA > 90°), o que pode ser útil para repelir umidade em várias aplicações relacionadas a embalagem de alimentos. Já as propriedades de barreira à luz UV dos filmes foram superiores às de filmes de amido contendo extratos de casca de banana (TAWEECHAT et al., 2021) e semelhantes às de filmes compostos de poli (álcool polivinílico) e café instantâneo (LYU et al., 2020). A capacidade de inibição do radical DPPH foi semelhante à de filmes produzidos a partir de compostos de amêndoas de semente de manga (MELO et al., 2019).

Tabela 1. Propriedades do filme de casca de banana.

Propriedades	Médias*
σ (MPa)	12,73 ± 1,47
ϵ (%)	9,83 ± 1,87
E (MPa)	371,33 ± 22,87
P_{VA} (g.mm.kPa ⁻¹ .h ⁻¹ .m ⁻²)	4,20 ± 0,17
ACA (°)	112,75 ± 4,74
T_{vis} (%)	54,40 ± 0,61
B_{UVA} (%)	98,71 ± 0,14
B_{UVB} (%)	99,91 ± 0,01
B_{UVC} (%)	99,93 ± 0,01
AA (%)	92,7 ± 3,7

*Médias ± desvios-padrão (para pelo menos 8 medidas de propriedades mecânicas e pelo menos 3 medidas para as demais propriedades). σ : resistência à tração; ϵ : elongação na ruptura; E: módulo de elasticidade; P_{VA} : permeabilidade a vapor de água; ACA: ângulo de contato em água; T_{vis} : transmitância da faixa luminosa visível; B_{UVA} , B_{UVB} e B_{UVC} : blindagem de luz UV, nas faixas UVA, UVB e UVC; AA: atividade antioxidante (%), com base na inativação do radical DPPH).

A Figura 1 apresenta uma foto do filme, que apresentou cor amarelo-âmbar e

superfície relativamente uniforme e lisa, embora opaca, devido à presença de compostos coloridos, incluindo fenólicos e carotenoides.



Figura 1. Fotografia do filme de casca de casca de banana sobre papel branco impresso com logotipo da Embrapa.

Portanto, o filme apresentou-se com boas propriedades mecânicas, permeabilidade ao vapor de água comparável a de outros materiais à base de polissacarídeos e excelentes propriedades de superfície, além de propriedades funcionais adequadas à sua aplicação em produtos suscetíveis à oxidação lipídica, tais como nozes e cereais matinais, com vantagens adicionais derivadas do fato de ser um material biodegradável e de base renovável.

O estudo completo, com detalhes da metodologia e resultados, foi publicado por Silva et al. (2024).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp pelo apoio financeiro (processos 2021/05092-7 e 2017/22401-8) e pela bolsa de pós-doutorado concedida ao autor R.D. Silva (2020/11104-5).

Agradecem ainda ao CNPq pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedida aos autores Otoni, C.G. e Azeredo, H.M.C. (processos 304753/2022-0 e 308777/2021-2, respectivamente).

Referências Bibliográficas

- EMBRAPA. Banana. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em 15 de fevereiro de 2024.
- LYU, Y., GU, X., MAO, Y. Green composite of instant coffee and poly(vinyl alcohol): an excellent transparent UV-shielding material with superior thermal-oxidative stability. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 59, p. 8640–8648, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.0c00413>
- MELO, P.E.F., SILVA, A.P.M., MARQUES, F.P., RIBEIRO, P.R.V., SOUZA FILHO, M.S.M., BRITO, E.S., LIMA, J.R., AZEREDO, H.M.C. Antioxidant films from mango kernel components. **Food Hydrocolloids**, v. 95, p. 487-495, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.04.061>
- MERINO, D., BERTOLACCI, L., PAUL, U.C., SIMONUTTI, R., ATHANASSIOU, A. Avocado peels and seeds: processing strategies for the development of highly antioxidant bioplastic films. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 13, p. 38688–38699, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c09433>.
- OLIVEIRA, T.I.S.; ROSA, M.F.; RIDOUT, M.J.; CROSS, K.; BRITO, E.S.; SILVA, L.M.A.; MAZZETTO, S.E.; WALDRON, K.W.; AZEREDO, H.M.C. Bionanocomposite films based on polysaccharides from banana peels. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 101, p. 1-8, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.068>

OTONI, C.G.; AZEREDO, H.M.C.; MATTOS, B.D.; BEAUMONT, M.; CORREA, D.S.; ROJAS, O.J. 2021. The food–materials nexus: next generation bioplastics and advanced materials from agri-food residues. **Advanced Materials**, v. 33, artigo 2102520, 2021. <https://doi.org/10.1002/adma.202102520>

SILVA, R.D.; PACHECO, T.F.; DE SANTI, A.D.; MANARELLI, F.; BOZZO, B.R.; BRIENZO, M.; OTONI, C.G.; AZEREDO, H.M.C. From bulk banana peels to active materials: Slipping into bioplastic films with high UV-blocking and antioxidant properties. **Journal of Cleaner Production**, v. 438, artigo 140709, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140709>

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T.M.; WISBECK, E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 438-443, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000400014>

STATISTA. Production volume of bananas worldwide from 2010 to 2022 (in million metric tons). Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/716037/global-banana-market-volume/>. Acesso em 15 de fevereiro de 2024.

TAWEECHAT, C., WONGSOOKA, T., RAWDKUEN, S. Properties of banana (Cavendish spp.) starch film incorporated with banana peel extract and its application. **Molecules**, v. 26, p. 1–16, 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26051406>

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação
Rua XV de Novembro, 1452
Caixa Postal 741
CEP 13560-970 São Carlos, SP
Fone: (16) 2107 2800
Fax: (16) 2107 2902
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
1ª impressão (2024): tiragem 100



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



Comitê Local de Publicações

Presidente

Daniel Souza Corrêa

Membros

Elaine Cristina Paris

Maria Alice Martins

Cristiane Sanchez Farinas

Cíntia Cabral da Costa

Carlos Renato Marmo

Paulo Renato Orlandi Lasso

Maria do Socorro Gonçalves S. Monzane

Imagem da capa

Maria Fernanda Borges

Editoração eletrônica e

tratamento das ilustrações

Valentim Monzane