

ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA PRODUÇÃO DE FILME BIODEGRADÁVEL DE CASCA DE MANDIOCA: UMA REVISÃO

João Luiz Freitas Schinermann¹;

¹Instituto Federal do Paraná-Campus Jaguariaíva, Jaguariaíva, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0238014326630507>

Fábio Martins Campos²;

²Instituto Federal do Paraná-Campus Jaguariaíva, Jaguariaíva, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/2564182916239259>

Cristiane Colodel³.

³Instituto Federal do Paraná-Campus Jaguariaíva, Jaguariaíva, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/1941625229362408>

RESUMO: O aumento da poluição causada pelos plásticos convencionais tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis e biodegradáveis para a produção de embalagens. Nesse contexto, os filmes biodegradáveis produzidos a partir do amido de mandioca destacam-se como uma alternativa promissora devido ao baixo custo, alta disponibilidade da matéria-prima e menor impacto ambiental. Além disso, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais contribui para a redução do descarte inadequado e para a valorização de subprodutos da indústria alimentícia. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a produção de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, destacando suas propriedades, métodos de produção, aplicações e potencial sustentável. A metodologia utilizada baseou-se em revisão bibliográfica de artigos científicos, dissertações e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema. Os resultados encontrados demonstram que os biofilmes apresentam potencial para substituir parcialmente os polímeros derivados do petróleo, podendo ainda receber incorporações que melhoram propriedades mecânicas, antimicrobianas e de barreira. Portanto, conclui-se que os filmes biodegradáveis produzidos a partir da mandioca representam uma alternativa viável e sustentável para aplicações industriais, especialmente no setor de embalagens alimentícias.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes biodegradáveis. Amido de mandioca. Resíduos agroindustriais.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BIODEGRADABLE CASSAVA PEEL FILM PRODUCTION: A REVIEW

ABSTRACT: The increase in pollution caused by conventional plastics has driven the search for sustainable and biodegradable alternatives for packaging production. In this context, biodegradable films produced from cassava starch stand out as a promising alternative due to their low cost, high availability of raw materials, and lower environmental impact. Furthermore, the reuse of agro-industrial waste contributes to reducing improper disposal and adding value to byproducts of the food industry. Therefore, this work aims to analyze the production of biodegradable films based on cassava starch, highlighting their properties, production methods, applications, and sustainable potential. The methodology used was based on a literature review of scientific articles, dissertations, and academic works related to the topic. The results show that biofilms have the potential to partially replace petroleum-derived polymers and can also incorporate additives that improve mechanical, antimicrobial, and barrier properties. Therefore, it can be concluded that biodegradable films produced from cassava represent a viable and sustainable alternative for industrial applications, especially in the food packaging sector.

KEY-WORDS: Biodegradable films. Cassava starch. Agro-industrial waste.

INTRODUÇÃO

O crescente impacto ambiental gerado pela produção diária de resíduos sólidos é uma preocupação mundial. Grande parcela desses resíduos são oriundos de embalagens de alimentos compostas por polímeros sintéticos extraídos de fontes não renováveis que prejudicam o meio ambiente, como o petróleo por exemplo (Da Silva *et al.*, 2019; Gao *et al.*, 2014; Saurabh *et al.*, 2016). O acúmulo de plástico na natureza pode causar sérios danos ao ecossistema, além da saúde animal e humana, que sofrem cada vez mais por causa das mudanças climáticas (Teixeira *et al.*, 2021). Para minimizar os problemas causados, é necessária a adoção de medidas de prevenção, tais como o uso de tecnologias que promovam a sustentabilidade, esforços sistemáticos na gestão ambiental, mudança de comportamento e o uso da reciclagem de resíduos. Dessa forma, com o propósito de reduzir os impactos ambientais se faz necessário a substituição total ou parcial destes materiais por fontes alternativas renováveis, sustentáveis, biodegradáveis e viáveis economicamente (Agustin *et al.*, 2014; Medina-Jaramillo *et al.*, 2017; Siracusa *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2012), como o amido (Wang *et al.*, 2018; La Fuente *et al.*, 2019) e a celulose (Leite *et al.*, 2017; Mahecha *et al.*, 2011).

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo analisar a utilização do amido de mandioca na produção de filmes biodegradáveis, enfatizando suas propriedades físico-químicas, aplicações industriais e potencial sustentável como alternativa aos plásticos convencionais derivados do petróleo.

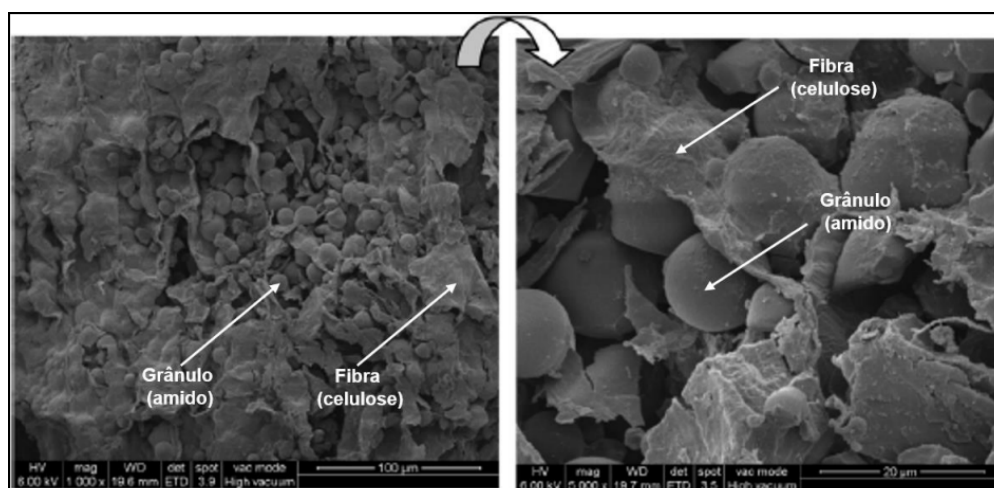
METODOLOGIA

Neste Para Cervo et al. (2007), a pesquisa exploratória visa contribuir para o entendimento dos conceitos e ideias que envolvem o tema, fornecendo maior familiaridade com o assunto. Diante disso, foi realizada uma pesquisa exploratória em base de dados como *Science Direct*, *Web of Science* e *Scielo*. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: *cassava*, *film*, *starch*, *peel*, *cellulose* and *packaging*. Inicialmente, foi adotado como termo de busca cada palavra isolada e, posteriormente, a combinação entre elas. Foram selecionados, analisados e registrados 25 pesquisas publicadas entre 1987 e 2026.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil apresenta um alto cultivo de raiz de mandioca, que além de ser usada para consumo in natura, possui diversos produtos derivados, tais como: farinha, polvilho, massa de mandioca e tucupi. Além disso, os resíduos podem ser aproveitados de diversas formas, tais como na produção de plásticos filmes e na geração de energia bio-gás. A *Manihot Esculenta* Crantz também é conhecida como mandioca, macaxeira, aipim, maniva, castelinha, uaipi e maniveira (Pattiya, 2011). Em 2024, a produção de mandioca no Brasil foi de 19.066.096 toneladas em 1.232.882 hectares de área colhida, com 15,465 Kg/ha de rendimento médio da produção e R\$ 18.125.466.000,00 de valor de produção (IBGE, 2026). A casca de mandioca representa entre 5,0 a 15,0% da raiz (Aro et al., 2010) e, de acordo com Prado et al. (2000), a casca desidratada apresenta 58,1% de amido, 3,4% de proteína bruta e 28,6% de fibras insolúveis (celulose). A Figura 1 evidencia a presença de amido e celulose em cascas de mandioca, comprovando o potencial de utilização deste subproduto da agroindústria da mandioca na elaboração de filmes biodegradáveis de forma sustentável e rentável.

Figura 1: Microscopia eletrônica de varredura da casca de mandioca.



Fonte: Adaptado de Versino *et al.* (2015).

O amido é um polissacarídeo formado principalmente por amilopectina ramificada e cadeias de amilose lineares de moléculas de glicose. É fonte de um recurso renovável amplamente disponível e pode ser obtido a partir de diferentes sobras de colheita e industrialização de matéria-prima. A presença dominante de amilose no amido leva à produção de bioplásticos mais fortes e flexíveis (Fakhouri *et al.*, 2012). O amido de mandioca é composto por cerca de 16,0-20,0% de amilose (Mali *et al.*, 2010). A natureza hidrofílica e semicristalina do amido prejudica o seu processo via extrusão. Por isso, se faz necessária a adição do glicerol (plastificante) que se liga às moléculas de amido, aumentando a mobilidade e diminuindo a densidade entre as suas moléculas, facilitando a transmissão dos gases através do material. Esse material é chamado de amido termoplástico (Mali *et al.*, 2010). A incorporação de nanofibras de celulose em filmes de amido coopera para uma melhor resistência e hidrofobicidade dos filmes desenvolvidos (Leite *et al.*, 2017).

O polietileno e o policloreto de vinila (PVC) são a base para produção de filmes plásticos que são utilizados para embalar diversos tipos de alimentos, como frutas, hortaliças, produtos cárneos e queijos. Essas embalagens são utilizadas em mercados, indústrias e em residências pela sua conveniência, praticidade, baixo custo e eficiência. Vale a pena destacar sua aplicação em frutas e hortaliças, já que prolongam a vida pós-colheita, devido a redução da taxa respiratória, diminuição da produção de etileno e retardamento do amolecimento (Anjos *et al.*, 2014; Gomes, 1996). Em contrapartida, esses filmes geram resíduos sólidos que são extremamente difíceis de se degradar no meio ambiente, causando um grande impacto ambiental. Por isso, em todo o mundo, são realizados estudos visando o desenvolvimento de filmes biodegradáveis e de fontes renováveis, a fim de substituir parcial ou totalmente os filmes sintéticos. Além disso, existe o problema da migração dos aditivos e de monômeros de cloreto de vinila do filme de PVC, compostos tóxicos, para o alimento. A legislação americana permite, no máximo 1,0 mg/kg do monômero na estrutura polimérica das embalagens de PVC (Fernandes *et al.*, 1987). Henrique *et al.* (2008) mostraram que

filmes biodegradáveis de amido modificado de mandioca apresentaram bons resultados, especialmente em relação à permeabilidade ao vapor d'água. Alertaram, ainda, que o uso de filmes com baixa permeabilidade em pós-colheita e alimentos não é recomendado, podendo gerar problemas de fermentação. Almeida *et al.* (2013) estudaram a influência da celulose bacteriana nas propriedades físicas, químicas e de barreira em filmes a partir de blendas de celulose bacteriana e fécula de batata. Os resultados mostraram que blendas com maiores concentrações de celulose bacteriana apresentaram aumento na espessura, gramatura, taxa de permeabilidade ao vapor de água e permeabilidade ao vapor de água e, redução da densidade, solubilidade e opacidade. Os resultados obtidos em estudos realizados por Reis *et al.* (2017), demonstraram que a utilização de celulose microcristalina não afetou a permeabilidade ao vapor de água, entretanto, reduziu a resistência à tração e aumentou de forma significativa a rigidez em filmes termoplásticos soprados de amido/poliéster.

Os estudos analisados demonstram que a incorporação de componentes naturais aos filmes biodegradáveis pode melhorar significativamente propriedades importantes, como resistência mecânica, atividade antimicrobiana e barreira contra umidade. Além disso, verificou-se que resíduos agroindustriais, como cascas de mandioca e caroços de açaí, possuem potencial para agregar valor à produção de biopolímeros sustentáveis. Fora da ficção, essa alternativa apresenta relevância não apenas ambiental, mas também econômica, uma vez que reduz o desperdício de resíduos e estimula o desenvolvimento de materiais renováveis capazes de diminuir parcialmente a dependência dos polímeros derivados do petróleo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os filmes biodegradáveis produzidos a partir do amido de mandioca apresentam grande potencial como alternativa sustentável aos plásticos convencionais derivados do petróleo. Primeiramente, observou-se que a mandioca possui ampla disponibilidade, baixo custo e elevada concentração de amido, características que favorecem sua utilização na produção de biopolímeros. Além disso, o aproveitamento de resíduos agroindustriais contribui para a redução de impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado desses materiais. Os trabalhos analisados também demonstraram que a incorporação de compostos naturais pode melhorar propriedades físicas, mecânicas e antimicrobianas dos biofilmes, ampliando suas possibilidades de aplicação, principalmente no setor de embalagens alimentícias. Apesar de ainda existirem desafios relacionados à resistência, durabilidade e viabilidade econômica em larga escala, os avanços científicos nessa área indicam perspectivas promissoras para o desenvolvimento de materiais biodegradáveis mais eficientes. Portanto, os filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca representam uma alternativa relevante para a promoção do desenvolvimento sustentável, unindo inovação tecnológica, reaproveitamento de resíduos e redução da

poluição causada pelos plásticos convencionais.

REFERÊNCIAS

- AGUSTIN, M. B.; AHMMAD, B.; ALONZO, S. M. M.; PATRIANA, F. M. Bioplastic based on starch and cellulose nanocrystals from rice straw. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, v. 33, n. 24, p. 2205-2213, 2014.
- ALMEIDA, D. M.; PRESTES, R. A.; PINHEIRO, L. A.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WOSIACKI, G. Propriedades físicas, químicas e de barreira em filme formados por blenda de celulose bacteriana e fécula de batata. **Polímeros**, v. 23, n. 4, p. 538-546, 2013.
- ANJOS, V. D. A.; VALENTINI, S. R. T.; BENATO, E. A. Influência de tratamento térmico e sistemas de embalagens na qualidade de lichia 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 820-827, 2014.
- ARO, S. O.; ALETOR, V. A.; TEWE, O. O.; AGBEDE, J. O. Nutritional potentials of cassava tuber wastes: a case study of a cassava starch processing factory in southwestern Nigeria. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 11, p. 1-11, 2010.
- DA SILVA, T. B. V.; MOREIRA, T. F. M.; DE OLIVEIRA, A.; BILCK, A. P.; GONÇALVES, O. H.; FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L.; BARREIRO, M.-F.; YAMASHITA, F.; SHIRAI, M. A.; LEIMANN, F. V. Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze extract as a source of phenolic compounds in TPS/-PBAT active films. **Food & Function**, v. 10, n.12, p. 7697-7706, 2019.
- FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; BERTAN, L. C.; YAMASHITA, F.; MEI, L. H. I.; QUEIROZ, F. P. C. Edible films made from blends of manioc starch and gelatin: influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 49, n. 1, p. 149-154, 2012.
- FERNANDES, M. H. C.; GARCIA, E. E. C.; PADULA, M. **Migração de componentes de embalagens plásticas para alimentos**. Campinas: CETEA/ITAL, 1987. 175 p.
- GAO, Y.; DAI, Y.; ZHANG, H.; DIAO, E.; HOU, H.; DONG, H. Effects of organic modification of montmorillonite on the performance of starch-based nanocomposite films. **Applied Clay Science**, v. 99, n. 9, p. 201-206, 2014.
- GOMES, M. S. O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 1996. 134 p. (Coleção Saber 2).
- HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola: lavoura permanente. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10334?ano=2024>. Acesso em: 18 maio. 2026.

- LA FUENTE, C. I. A.; DE SOUZA, A. T.; TADINI, C. C.; AUGUSTO, P. E. D. Ozonation of cassava starch to produce biodegradable films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 141, p. 713-720, 2019.
- LEITE, A. L. M.; ZANON, C. D.; MENEGALLI, F. C. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings. **Carbohydrate Polymers**, v. 157, p. 962-970, 2017.
- MAHECHA, M. M. A.; BLÁCIDO, D. R. T.; MENEGALLI, F. C. Películas biodegradables: la incorporación de microfibras y nanofibras de celulosa obtenido a partir de fuentes vegetales. **Publicaciones e Investigación**, v. 5, n. 1, p. 11-28, 2011.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização **Semina**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.
- MEDINA-JARAMILLO C.; OCHOA-YEPES O.; BERNAL, C. FAMÁ, L. Active and smart biodegradable packaging based on starch and natural extracts. **Carbohydrates Polymers**, v. 176, p. 187-194, 2017.
- PATTIYA, A. Bio-oil production via fast pyrolysis of biomass residues from cassava plants in a fluidised-bed reactor. **Tecnologia Bioresource**, v. 102, n. 2, p. 1959- 1967, 2011.
- PRADO, I. N.; MARTINS, A. S.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; MARQUES, J. A. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 278-287, 2000.
- REIS, M. O.; OLIVATO, J. B.; ZANELA, J.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M. V. E. Influence of microcrystalline cellulose in thermoplastic starch/polyester blown films. **Polímeros**, v. 27, n. 2, p. 129-135, 2017.
- SAURABH, C. K.; GUPTA, S.; VARIYAR, P. S.; SHARMA, A. Effect of addition of nanoclay, beeswax, tween-80 and glycerol on physicochemical properties of guar gum films. **Industrial Crops and Products**, v. 89, p. 109-118, 2016.
- SIRACUSA, V.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; ROSA, M. D. Biodegradable polymers for food packaging: a review. **Trends Food Science & Technology**, v. 19, n. 12, p. 634-643, 2008.
- SOUZA, A. C.; BENZE, R.; FERRÃO, E. S.; DITCHFIELD, C.; COELHO, A. C. V.; TADINI, C. C. Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 110-117, 2012.
- TEIXEIRA, S. C.; SILVA, R. R. A.; OLIVEIRA, T. V.; STRINGHETA, P. C.; PINTO, M. R. M. R.; SOARES, N. F. F. Glycerol and triethyl citrate plasticizer effects on molecular, thermal, mechanical, and barrier properties of cellulose acetate films. **Food Bioscience**, v. 42, p. 1-10, 2021.
- VERSINO, F.; LÓPEZ, O. V.; GARCÍA, M. A. Sustainable use of cassava (*Manihot esculen-*

ta) roots as raw material for biocomposites development. **Industrial Crops and Products**, v. 65, p. 79-89, 2015.

WANG, W.; ZHANG, H.; JIA, R.; DAI, Y.; DONG, H.; HOU, H.; GUO, Q. High performance extrusion blown starch/polyvinyl alcohol/clay nanocomposite films. **Food Hydrocolloids**, v. 79, n. 6, p. 534-543, 2018.