

Suyane Alvarenga, Giselle Correa, Lihua Ye, Luís Macedo, Júlia Tenório  
Escola: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
Rio de Janeiro  
e-mail: giselle.silva@cefet-rj.br

## INTRODUÇÃO

O aumento dos resíduos plásticos derivados de petróleo, devido à sua baixa biodegradabilidade e impactos ambientais, impulsiona a busca por alternativas sustentáveis como bioplásticos biodegradáveis. Este estudo investiga o uso de resíduos agroindustriais, especificamente a casca de amendoim, como aditivo natural para melhorar as propriedades mecânicas de um bioplástico à base de casca de laranja. A pesquisa, fundamentada nos princípios da Química Verde e da Economia Circular, visa desenvolver um material resistente e biodegradável, promovendo sustentabilidade e valorização de resíduos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a síntese do bioplástico, utilizou-se casca de laranja e casca de amendoim como fontes de biomassa. As cascas de laranja, contendo o albedo e o flavedo, foram cortadas em pedaços pequenos, higienizadas com água e detergente, e secas em estufa a 50 °C por duas horas. Em seguida, as cascas de amendoim foram trituradas e separadas em tamanhos distintos (entre 65 e 100 mesh) utilizando peneiras granulométricas.

Foi adicionada uma solução de ácido cítrico 0,5 mol.L-1 a 55 g das cascas de laranja, a qual foi triturada com um mixer até obter uma mistura homogênea. Esta mistura foi então aquecida por uma hora, e diferentes proporções de sorbitol e de casca de amendoim foram acrescentadas, conforme detalhado na Tabela de experimentos. A mistura foi mantida sob aquecimento adicional de uma hora e meia.

Após esse processo, a metodologia foi dividida em duas abordagens:

1. Metodologia de Filtragem (f): A mistura reacional foi filtrada em uma peneira de 500 µm e o filtrado foi seco em estufa a 50 °C por 72 horas.

2. Metodologia com Casca Total (c): A mistura reacional foi transferida diretamente para um recipiente plano e colocada para secar em estufa a 50 °C por 72 horas.

Para ambas as metodologias, os bioplásticos resultantes foram pesados, e suas espessuras foram medidas com um micrômetro, considerando a média de dez medições. Dimensões como comprimento, largura ou diâmetro também foram registradas, dependendo do formato do material (retangular ou em placas de petri). As amostras foram, então, encaminhadas para análises físico-químicas e estruturais, incluindo:

Espectrometria no Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR): Para análise química das estruturas;

Análise de Ângulo de Contato e Termogravimetria (TGA): Para avaliar propriedades de superfície e estabilidade térmica.

Essas análises foram realizadas em colaboração com instituições parceiras, como o IMA/UFRJ e o CETEM, de forma a garantir uma caracterização detalhada do bioplástico obtido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bioplásticos foram sintetizados com duas metodologias: mistura reacional filtrada e casca total, sendo avaliados quanto a parâmetros físico-químicos, mecânicos, biodegradabilidade e Fator E.

Análise do Fator E e Eficiência dos Reagentes

A metodologia com casca total (experimentos 5 a 8) mostrou-se mais eficiente, sem geração de resíduos e com aproveitamento total dos reagentes, conforme os princípios da Química Verde e Economia Circular. Já a metodologia de filtragem (experimentos 1 a 4) teve aumento no Fator E com a adição de casca de amendoim e sorbitol, evidenciando menor eficiência.

Propriedades Mecânicas e Estruturais

Os bioplásticos com casca total apresentaram maior robustez e resistência devido à lignina e celulose, mas com uma textura mais rústica. Os bioplásticos filtrados foram mais uniformes e com aspecto plástico, porém menos resistentes.

Espessura e Dimensões dos Bioplásticos

Os bioplásticos com casca total apresentaram maior espessura. A variação de sorbitol e casca de amendoim teve impacto limitado na espessura dos materiais em ambas as metodologias.

Análise Química por FT-IR

A FT-IR identificou celulose, hemicelulose e pectina, com espectros semelhantes entre as metodologias, indicando que o aumento de sorbitol e amendoim não altera significativamente a composição estrutural.

Considerações sobre a Sustentabilidade e Aplicabilidade

A metodologia com casca total é mais vantajosa, com zero resíduos e grande potencial como substituto de plásticos convencionais em embalagens biodegradáveis, reforçando o valor de resíduos agroindustriais e alinhando-se à Química Verde e Economia Circular.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou a viabilidade de produzir um bioplástico biodegradável a partir de resíduos de cascas de laranja e amendoim, alinhado aos princípios da Química Verde e Economia Circular. A metodologia com casca total resultou em um bioplástico mais resistente, com Fator E igual a zero, eliminando resíduos e tornando o processo sustentável.

A análise de FT-IR confirmou componentes lignocelulósicos e pectina, adequados para manter propriedades plásticas, enquanto a adição de casca de amendoim aumentou a rigidez e resistência mecânica do material.

Apesar dos resultados promissores, são necessárias análises adicionais para confirmar sua aplicabilidade em embalagens biodegradáveis. O estudo destaca a importância de reaproveitar resíduos agroindustriais, promovendo a economia circular e práticas de produção ambientalmente responsáveis.



## AGRADECIMENTOS

Ao CEFET/RJ pela infraestrutura e apoio ao projeto, aos programas PIBIC-EM e de Extensão pela oportunidade de contato com a pesquisa científica, e às instituições parceiras, como o IMA/UFRJ e o CETEM, pelas colaborações nas análises do bioplástico. As orientadoras pelo apoio fundamental e aos familiares e amigos pelo incentivo contínuo.

## REFERÊNCIAS

- Referências  
ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. New York: Oxford University Press. Green Chemistry theory and practice. 1998.
- BARROS, T. T., TOSI, M. M., & ASSIS, O. B. G. Aproveitamento de rejeitos da cadeia hortifrutícola no processamento de plásticos biodegradáveis. Revista Gestão Industrial, 13(2), 215-229, 2017.
- BÁTORI, V.; JABBARI, M.; AKESSON, D.; LENNARTSSON, P.R.; TAHERZAEH, M.J. and ZAMANI, A. Production of pectin-cellulose biofilms: A new approach for citrus waste recycling. International Journal of Polymer Science. 2017.
- BRITO, F.I. M. S.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B. Análise química de cascas de amendoim (Arachis hypogaea L.) e madeira de Pinus oocarpa para produção de painéis aglomerados. In: Andrade, Jaily Kerlter Batista (Org.). Estudos e tendências atuais em Ciências Ambientais e Agrárias. Campina Grande: Licuri, p. 1-8, 2023.
- CASTRO, T. H. M., Os bioplásticos: impactos ambientais e perspectivas de mercado. Dissertação de Mestrado - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019.
- DAHMAN, Y E UGWU, C.U. Production of green biodegradable plastics of poly(3-hydroxybutyrate) from renewable resources of agricultural residues. Bioprocess Biosyst Eng. v.37, n.8, p.1561-1568, 2014.
- DURAN, A. J. F. P.; LOPES JUNIOR, W. E.; PAVESI, M.; FIORELLI, J. Avaliação de painéis de média densidade de bagaço de cana-de-açúcar. Ciência Florestal, v. 33, n. 3, p. 1-16, 2023.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acessado em 29 de setembro de 2024.
- FOSTER, A.; ROBERTO, S. S.; IGARI, A. T. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo, 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>. Acessado em setembro de 2024.
- JONES, F. A promessa dos bioplásticos. Revista Pesquisa FAPESP. v.290, n. abril, 2020. Disponível em <https://evistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplásticos/>. Acessado em junho de 2020.
- MARTINS, V. A. et al. Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2022/23. 2023. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 18, n. 5, 2023, p. 1-15. Disponível em: <https://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-18-2023.pdf>. Acessado em outubro de 2024.
- OLIVEIRA, A.C.V.; SILVA, A. S.; MOREIRA, I. T. A. Economia circular: conceitos e contribuições na gestão de resíduos urbanos. Revista de Desenvolvimento Econômico. v.3 n.44, p. 273 - 289, 2019.
- PRADELLA, J. G. C. Biopolímeros e Intermediários Químicos. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). Laboratório de Biotecnologia Industrial - LBI/CTPP. São Paulo. Relatório técnico, n.84, p.205-396, 2006.
- PINTO, B., CALLONI, G. E SILVA, S. A. Obtenção de acetato de celulose a partir da casca de arroz. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v.14, n. 21, p. 01-112, 2013.
- RAMOS-ALVARADO, M. M.; CADENAS-GONZÁLEZ, M.T. ; BOLIO-LÓPEZ, G.I. ; LEO-AVELINO, G.; MACIEL-CERDA, A.; CASTAÑEDA-CASTAÑEDA, C.; RAMOS-VALENCIA, J. J. Biopelículas a base de pectina de cáscara de naranja (Citrus sinensis): Caracterización física, química y estructural. Agroind. sci. v.10(3), p. 273-278, 2020.
- RUJNIC-SOKELE, M.; PILIPOVIC, A. Challenges and opportunities of biodegradable plastics: A mini review. Waste Management & Research, v. 35, n. 2, p. 132 - 140, 2017.
- SABOR & SABER Disponível em: [https://www5.pucsp.br/maturidades/sabor\\_saber/index\\_60.html#:~:text=A%20origem%20do%20amendoim%20é,encontrados%20em%20formato%20de%20amendoim](https://www5.pucsp.br/maturidades/sabor_saber/index_60.html#:~:text=A%20origem%20do%20amendoim%20é,encontrados%20em%20formato%20de%20amendoim). Acessado em outubro de 2024
- SHELDON, R. A. The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability. Green Chemistry, v. 19, pp. 18-43, 2017.
- SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P. D. Desenvolvimento e caracterização de bioplásticos de amido de milho contendo farinha de subproduto de broto. Brazilian Journal of Food Technology. v.23, 2020.
- SILVA, N. R. F. da. Produção de Levoglucosana a partir de resíduo agroindustrial : casca de amendoim. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.
- SILVERSTEIN, R. M. e WEBSTER, F. X. LTC - Livros Técnicos e Científico Editora S.A. Identificação espectrométrica de compostos orgânicos. Rio de Janeiro - RJ, 2000.
- XUA, H. E YANGA, Y. Bioplastics from Waste Materials and Low-Value Byproducts. Degradable Polymers and Materials: Principles and Practice (2nd Edition); p.11, 2012.
- VIDAL, M. F. Laranja. Caderno Setorial Etene. Banco do Nordeste. Ano 8, nº 277, 2023.
- ZANELLA, K. Extração da pectina da casca da laranja-pera (Citrus sinensis L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas - Campinas, SP, 2013.

