

Desenvolvimento de Bioplásticos de Amido de Batata-Doce: Uma Alternativa Sustentável aos Plásticos Convencionais

Development of Sweet Potato Starch Bioplastics: A Sustainable Alternative to Conventional Plastics

Ludmila da Silva Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9710-6869>

Universidade Estácio de Sá (UNESA) Madureira

E-mail: ludmilacunhabio@gmail.com

Tatiana Abranches de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7012-7179>

Universidade Estácio de Sá (UNESA) Madureira

E-mail: tatiana_abranches@hotmail.com

Mariana Ribeiro Prado

<https://orcid.org/0009-0006-4507-9359>

Universidade Estácio de Sá (UNESA) Madureira

E-mail: ana.ribpra@gmail.com

Dionizio Mendes Ramos Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3625-2958>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

E-mail: dionizioramos@gmail.com

RESUMO

Os plásticos convencionais, produzidos a partir de combustíveis fósseis, causam sérios problemas ambientais devido à sua persistência no ambiente e ao descarte inadequado, o que causa obstruções em infraestruturas urbanas e poluição. Em resposta a essas preocupações, os bioplásticos surgem como uma alternativa promissora, sendo compostos de fontes renováveis possuindo um potencial de biodegradabilidade. O amido especificamente a batata-doce é um dos recursos renováveis que vem sendo aplicado na fabricação de bioplásticos, devido à sua disponibilidade e baixo custo. Este estudo teve como objetivo desenvolver um bioplástico à base do amido de batata-doce como substituto para plásticos convencionais. No experimento, as etapas incluíram a extração do amido da batata-doce e a produção do bioplástico, utilizando água destilada, glicerina, ácido clorídrico, hidróxido de sódio e xantana. O bioplástico obtido apresentou características visuais e estruturais satisfatórias, com coloração translúcida e superfície lisa. A produção de bioplásticos de amido de batata-doce demonstrou potencial para promover a sustentabilidade, alinhando-se às metas globais de redução de dependência de recursos fósseis.

Palavras-chave: bioplástico; sustentabilidade; batata-doce.

ABSTRACT

Conventional plastics, produced from fossil fuels, cause serious environmental problems due to their persistence in the environment and inadequate disposal, which causes obstructions in urban infrastructures and pollution. In response to these concerns, bioplastics emerge as a promising alternative, being composed of renewable sources and having biodegradability potential. Starch, specifically sweet potato, is one of the renewable resources that has been applied in the manufacture of bioplastics, due to its availability and low cost. This study aimed to develop a bioplastic based on sweet potato starch as a substitute for conventional plastics. In the experiment, the steps included the extraction of sweet potato starch and the production of bioplastic, using distilled water, glycerin, hydrochloric acid, sodium hydroxide and xanthan. The bioplastic obtained presented satisfactory visual and structural characteristics, with translucent color and smooth surface. The production of bioplastics from sweet potato starch has demonstrated potential to promote sustainability, aligning with global goals to reduce dependence on fossil resources.

Keywords: bioplastic; sustainability; sweet potato.

INTRODUÇÃO

Os plásticos são formados por redes de monômeros que criam macromoléculas versáteis, essenciais em diversas aplicações. Existem mais de vinte tipos principais de plástico em uso globalmente, variando de embalagens simples a materiais de engenharia complexos (Mekonnen et al., 2013). Os plásticos possuem propriedades únicas, como resistência a produtos químicos e luz, toleram uma ampla faixa de temperatura, possuem durabilidade e facilidade de moldagem quando aquecidos (Ahsan et al., 2023).

Os plásticos tradicionais, derivados de combustíveis fósseis, têm gerado preocupações ambientais significativas devido à sua persistência no ambiente e aos problemas associados ao seu descarte inadequado que obstrui as infraestruturas urbanas, como os sistemas de drenagem de águas pluviais e esgoto, levando à poluição por plásticos (Borrelle et al., 2020; Jambeck et al., 2018).

Atualmente, o interesse público pelo meio ambiente, pelas mudanças climáticas e pelos recursos limitados de combustíveis fósseis está promovendo ações de governos, empresas e pesquisadores a encontrar alternativas interessantes e ecologicamente corretas aos materiais provenientes do petróleo (Siracusa e Blanco, 2020). Em resposta a essas preocupações, os bioplásticos emergiram como uma alternativa promissora, sendo materiais compostos de fontes renováveis que oferecem potencial de biodegradabilidade (Tokiwa et al., 2009).

Estima-se que os bioplásticos desempenhem um papel crucial na realização dos objetivos de desenvolvimento sustentável, como a redução da dependência de combustíveis fósseis, a implementação de abordagens inovadoras para degradação ou reciclagem, e a mitigação do uso de compostos químicos tóxicos durante a manufatura (Ahsan et al., 2023). Os polímeros biodegradáveis derivados de biomassa renovável têm ganhado crescente relevância, com a produção de bioplásticos atualmente estimada em 4 milhões de toneladas anuais (Ali et al., 2022). Em âmbito global, projeta-se que a produção de bioplásticos aumente de 2,11 milhões de toneladas em 2019 para 2,42 milhões de toneladas até 2024. Um setor de destaque para os bioplásticos é a indústria de embalagens, que responde por aproximadamente 40% da produção mundial (Yasin, Akkermans & Van Impe, 2022)

A produção de bioplásticos pode reduzir a dependência de recursos não renováveis e produzir menos gases de efeito estufa do que os plásticos comuns ao longo do seu período. Portanto, os bioplásticos contribuem para uma sociedade mais sustentável. (Narancic et al., 2018; Coppola et al., 2021).

Entre os recursos renováveis, o amido é um material potencialmente útil para bioplásticos porque é barato e facilmente disponível (Kaith et al., 2009; Ma et al., 2009). O amido tem sido utilizado em diversas áreas industriais, como papel, papelão ondulado, biocombustíveis (Naik et al., 2010), farmacêutica, têxtil (Tupa et al., 2013) e principalmente na indústria alimentícia.

A *batata doce* (*Ipomoea batatas*) é um dos *tubérculos* mais consumidos no Brasil fornecem uma rica fonte de amido e fibra dietética. Conforme esperado de alimentos classificados como vegetais ricos em amido, batatas e batatas-doces contêm grandes quantidades de amido por porção — 10 gramas por xícara de batata branca ou 16,8 gramas por uma porção equivalente de batata-doce (Stein, 2018). A batata-doce é uma importante fonte de nutrientes para a dieta humana e também contém compostos bioativos potencialmente benéficos à saúde, com especial interesse para o mercado de alimentos funcionais (Grace et al., 2015; Cui e Zhu, 2020.)

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver o processo de fabricação de um bioplástico à base de amido da batata doce como substituto para os plásticos convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS

As etapas experimentais foram conduzidas no laboratório de Análises Químicas da Universidade Estácio de Sá – Campus Madureira.

Extração do amido

Para a extração do amido, inicialmente, as batatas foram pesadas, utilizando-se aproximadamente 1,250 kg de batata-doce. Após a pesagem, as batatas foram lavadas, descascadas com o auxílio de um descascador de legumes e cortadas em cubos. Em seguida, os cubos foram adicionados ao liquidificador com 500 ml de água destilada e triturados por 2 minutos em velocidade média. A mistura resultante foi coada utilizando uma peneira, e o líquido foi transferido para dois béqueres de 500 ml, onde foi deixado em decantação por um período de 2 horas. Após a decantação, o líquido foi descartado,

restando apenas o amido no fundo do béquer. O amido foi lavado com a adição de 50 ml de água destilada em cada recipiente, homogeneizado e deixado em decantação por mais 30 minutos.

Após a lavagem, observou-se que o amido apresentava uma coloração mais branca e o líquido da batata misturado com a água estava ligeiramente mais claro. Em seguida, o líquido foi descartado e, com o auxílio de uma espátula o amido foi transferido para placas de Petri de vidro, onde foi aquecido em placa aquecedora por 5 minutos. Após a secagem, obteve-se um total de 47,64 g de amido extraído da batata. Como o amido apresentava grumos, ele foi colocado em um cadinho e triturado com o auxílio de um pistilo. Em seguida, o amido foi peneirado, formando grãos mais finos (Figura 1).

Figura 1: Amido triturado e peneirado

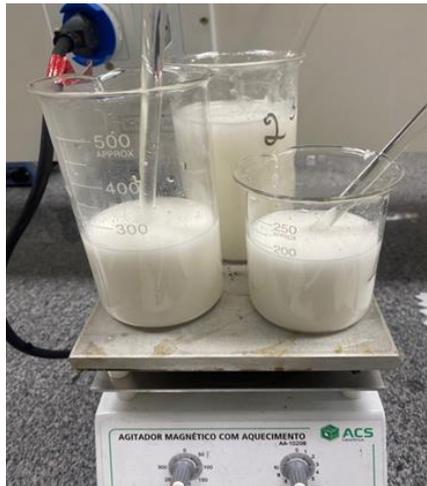


Fonte: Cunha et al., 2024

Produção do bioplástico

Em um béquer foram adicionados 200 ml de água destilada, 23 g de amido de batata-doce e 4 g de xantana. Com o auxílio de um bastão de vidro, a solução foi homogeneizada para dissolver a xantana e o amido. Em seguida, a mistura foi coada utilizando uma peneira e transferida para outro béquer, ao qual foram adicionados 6 ml de glicerina, 1 ml de ácido clorídrico e 4 ml de hidróxido de sódio. A solução foi novamente homogeneizada e o pH foi ajustado para aproximadamente 7. O béquer foi então colocado em uma placa aquecedora (Figura 2) e a mistura foi mexida continuamente até atingir 65°C. Após alcançar a temperatura desejada, o béquer foi retirado da placa aquecedora e o conteúdo foi despejado em placas de Petri (Figura 3). As placas de Petri foram colocadas em uma estufa e, após 24 horas, observou-se que o centro ainda estava úmido. Após 72 horas, obteve-se o resultado final do bioplástico (Figura 4).

Figura 2: Placa aquecedora



Fonte: Cunha et al., 2024

Figura 3: Bioplástico na placa de Petri



Fonte: Cunha et al., 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos Visuais e Estruturais

Após a secagem, o bioplástico obtido apresentou uma coloração translúcida com uma leve tonalidade esbranquiçada, indicando uma distribuição homogênea do amido. As placas de Petri, após 72 horas na estufa, apresentaram um bioplástico com uma superfície lisa e sem fissuras visíveis, como mostrado na Figura 4. Esses resultados indicam que o

processo de homogeneização e a temperatura de secagem foram adequados para a formação do bioplástico.

Figura 4: Bioplástico pronto



Fonte: Cunha et al., 2024

Impacto Ambiental e Econômico

A produção de bioplásticos de amido de batata oferece um potencial considerável para a redução da pegada de carbono associada aos plásticos tradicionais. A análise do ciclo de vida revelou que a produção desses bioplásticos emite menos gases de efeito estufa e consome menos energia em comparação com os plásticos à base de petróleo. Por exemplo, o cultivo de plantas para produzir bioplásticos pode ajudar a alcançar a neutralidade de carbono ao armazenar CO₂ (Dilkes-Hoffman et al., 2019; Casarejos et al., 2018; Pereira et al., 2023).

A utilização de amido de batata-doce, uma fonte renovável, na produção de bioplásticos, alinha-se com as metas de sustentabilidade global. Esse processo pode reduzir a dependência de recursos fósseis e promover a agricultura sustentável (Lu et al., 2009).

Desafios para a Escala Comercial

Apesar dos resultados promissores, a comercialização em larga escala dos bioplásticos de amido de batata enfrenta desafios significativos. A variabilidade na qualidade do amido, a necessidade de estabilizantes para melhorar a resistência à umidade e a competição com a produção de alimentos são barreiras importantes que precisam ser

superadas. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento são essenciais para abordar essas questões e promover a adoção ampla desses materiais sustentáveis (Laycock e Halley, 2014).

Benefícios dos Bioplásticos de Amido de Batata

Os bioplásticos de amido de batata apresentam uma alternativa viável e sustentável aos plásticos tradicionais, oferecendo vantagens ambientais significativas, como biodegradabilidade e redução da pegada de carbono. A produção desses materiais a partir de fontes renováveis, como a batata, contribui para a economia circular e a redução dos impactos ambientais associados aos resíduos plásticos (Jiang et al., 2020).

CONCLUSÃO

Em suma, os bioplásticos de amido de batata doce representam uma alternativa promissora e ecológica aos plásticos convencionais, com potencial para reduzir significativamente os impactos ambientais. Embora desafios permaneçam, avanços na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico, juntamente com estímulo e *apoio* à adoção de práticas *sustentáveis*, podem facilitar a transição para uma economia mais sustentável e circular.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estácio de Sá, pela bolsa cedida por meio do Programa Pesquisa Produtividade da UNESA. Agradecemos também ao Campus Madureira, por todo o material, pelo espaço e pelo auxílio oferecido por seus técnicos de laboratório, o que possibilitou a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- AHSAN, Wazir Aitizaz et al. Biodegradation of different types of bioplastics through composting—a recent trend in green recycling. **Catalysts**, v. 13, n. 2, p. 294, 2023.
- ALI, Sameh S. et al. Biowastes for biodegradable bioplastics production and end-of-life scenarios in circular bioeconomy and biorefinery concept. **Bioresource Technology**, v. 363, p. 127869, 2022.
- BORRELLE, Stephanie B. et al. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. **Science**, v. 369, n. 6510, p. 1515-1518, 2020.
- CASAREJOS, Fabricio et al. Rethinking packaging production and consumption vis-à-vis circular economy: A case study of compostable cassava starch-based material. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 1019-1028, 2018.
- COPPOLA, Gerardo et al. Bioplastic from renewable biomass: a facile solution for a greener environment. **Earth systems and environment**, v. 5, p. 231-251, 2021.
- CUI, Rongbin; ZHU, Fan. Effect of ultrasound on structural and physicochemical properties of sweetpotato and wheat flours. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 66, p. 105118, 2020.
- DILKES-HOFFMAN, L. S. et al. The role of biodegradable plastic in solving plastic solid waste accumulation. In: **Plastics to energy**. William Andrew Publishing, 2019. p. 469-505.
- GRACE, Mary H. et al. Novel value-added uses for sweet potato juice and flour in polyphenol-and protein-enriched functional food ingredients. **Food science & nutrition**, v. 3, n. 5, p. 415-424, 2015.
- JAMBECK, Jenna et al. Challenges and emerging solutions to the land-based plastic waste issue in Africa. **Marine Policy**, v. 96, p. 256-263, 2018. JIANG, Tianyu et al. Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v. 3, n. 1, p. 8-18, 2020.
- KAITH, Balbir Singh et al. Development of corn starch based green composites reinforced with *Saccharum spontaneum* L fiber and graft copolymers—Evaluation of thermal, physico-chemical and mechanical properties. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 17, p. 6843-6851, 2010.
- LAYCOCK, Bronwyn G.; HALLEY, Peter J. Starch applications: State of market and new trends. **Starch polymers**, p. 381-419, 2014.
- LUCKACHAN, Gisha E.; PILLAI, C. K. S. Biodegradable polymers—a review on recent trends and emerging perspectives. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 19, p. 637-676, 2011.

MA, Xiaofei et al. Properties of biodegradable citric acid-modified granular starch/thermoplastic pea starch composites. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, n. 1, p. 1-8, 2009.

MEKONNEN, Tizazu et al. Progress in bio-based plastics and plasticizing modifications. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 1, n. 43, p. 13379-13398, 2013.

NAIK, Satya Narayan et al. Production of first and second generation biofuels: a comprehensive review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 14, n. 2, p. 578-597, 2010.

NARANCIC, Tanja et al. Recent advances in bioplastics: application and biodegradation. **Polymers**, v. 12, n. 4, p. 920, 2020.

PEREIRA, L. S.; GOMES, T. S.; ACORDI VASQUES PACHECO, E. B. Métodos de alocação de impactos ambientais para avaliação do ciclo de vida na reciclagem de resíduos plásticos . **Peer Review**, [S. l.], v. 5, n. 19, p. 303–324, 2023.

SIRACUSA, V.; BIO-POLYETHYLENE, I. Blanco. Bio-Polypropylene (Bio-PP) and Bio-Poly (ethylene terephthalate)(Bio-PET): Recent developments in bio-based polymers analogous to petroleum-derived ones for packaging and engineering applications., 2020, 12, **1641**. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12081641>.

Stein, N. “The Nutritional Composition of a Sweet Potato”. *Healthy Living*, November 2018. <https://www.weekand.com/healthy-living/article/nutrients-sweet-potato-vs-regular-potato-vs-red-skin-potato-18018727.php>, Acesso em 15 de julho de 2024.

TOKIWA, Yutaka et al. Biodegradability of plastics. **International journal of molecular sciences**, v. 10, n. 9, p. 3722-3742, 2009.

TUPA, Maribel et al. Simple organocatalytic route for the synthesis of starch esters. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 1, p. 349-357, 2013.

YASIN, Najwa Mat; AKKERMANS, Simen; VAN IMPE, Jan FM. Enhancing the biodegradation of (bio) plastic through pretreatments: A critical review. **Waste Management**, v. 150, p. 1-12, 2022.