

## PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICOS COM A INCORPORAÇÃO DA CELULOSE DE RESÍDUOS DE MADEIRA

### Divisão Temática

DT 2 – Meio ambiente, sustentabilidade e sociedade

**Autores: C. E. BRAGA<sup>1</sup>; F. W. REICHOW<sup>2</sup>; V. F. D. SILVA<sup>3</sup>; P. A. TUZIMOTO<sup>4</sup>.**

Projeto de Pesquisa

### Resumo:

Foram desenvolvidos bioplásticos a partir do amido com a incorporação da celulose extraída de resíduos de madeira, propondo uma alternativa sustentável para o aproveitamento de materiais descartados pela indústria madeireira. As atividades foram realizadas em laboratório, contemplando as etapas de extração, purificação e branqueamento da celulose, bem como a formulação dos bioplásticos com diferentes proporções de reagentes. A celulose foi obtida de amostras das espécies Tauari, Cumaru, Pinus e Cedro Rosa, submetidas a tratamentos com soluções de hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio. Após o branqueamento, o material foi incorporado à matriz polimérica composta por amido, glicerol e ácido acético. Durante os experimentos, foram observadas dificuldades relacionadas à secagem e à umidade, que interferiam na textura e na uniformidade do produto final. Ajustes nas quantidades de água e ácido acético resultaram em bioplásticos mais homogêneos e elásticos. A incorporação da celulose conferiu alterações visuais ao material; os resultados preliminares demonstram a eficiência do método empregado e apontam para a viabilidade do uso de resíduos madeireiros na produção de bioplásticos, contribuindo para o avanço de práticas ambientalmente responsáveis. A incorporação da celulose conferiu alterações visuais e físicas ao material, tornando-o mais opaco, firme e com textura ligeiramente granulosa.

**Palavras-chave:** bioplástico; resíduos de madeira; produção de bioplástico; extração da celulose.

### Introdução

A indústria madeireira desempenha um importante papel econômico no Brasil, fornecendo matéria-prima para a construção civil, móveis, papel e outros produtos. Contudo, essa atividade gera anualmente cerca de 20 milhões de toneladas de resíduos, como os cavacos de madeira, que muitas vezes são descartados de forma inadequada ou queimados, liberando gases poluentes e contribuindo para o efeito estufa. Embora uma

<sup>1</sup>Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – câmpus centro, carlos.b2007@aluno.ifsc.edu.br.

<sup>2</sup>Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – câmpus centro, felipew.r0908@gmail.com.

<sup>3</sup>Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – câmpus centro, victor.finta@gmail.com.

<sup>4</sup>Professora de química orgânica do IFSC Jaraguá do Sul – câmpus centro, patricia.tuzimoto@ifsc.edu.br.

parcela desses resíduos seja reaproveitada na produção de papel, painéis de MDF ou na reciclagem, uma parte significativa ainda é descartada de forma incorreta, utilizando, por vezes da queima desses materiais, liberando gases tóxicos e causando grandes impactos ambientais como poluição do solo e da água, emissão de metano e dióxido de carbono.

Nesse contexto, é necessário buscar outras alternativas para o descarte desses resíduos. Assim, a presente pesquisa propõe a extração da celulose do cavaco de madeira, visando sua aplicação na produção de bioplásticos. O objetivo da pesquisa é oferecer uma nova solução para o reaproveitamento desses resíduos.

### Fundamentação teórica

A geração de resíduos é inevitável no processamento da madeira, variando conforme o material e o maquinário utilizado, podendo representar de 20% a 40% do volume total processado. Diante disso, a celulose destaca-se como uma matéria-prima abundante, capaz de substituir materiais derivados do petróleo. Seu baixo custo, biodegradabilidade e alta resistência tornam-na amplamente empregada na produção de bioplásticos e biofilmes (Evaristo *et al.*, 2023).

Há anos a utilização de plásticos derivados do petróleo tem sido um grande palco para discussões ambientalistas, isso acontece devido às suas propriedades dificilmente degradáveis, os tornando prejudiciais ao meio ambiente. Segundo Grimberg (2018 apud AZEVEDO, FERNANDES, 2022) todo ano, aproximadamente 300 milhões de toneladas de plásticos são produzidos ao redor do mundo, e mais de oito milhões vão parar nos oceanos. Uma alternativa muito pesquisada para a substituição desses poluentes são os bioplásticos (GRIMBERG, 2018 apud AZEVEDO, FERNANDES, 2022).

O bioplástico é comumente elaborado com amido, a escolha desse carboidrato é justificada pela sua abundância e por conferir boa sustentação, podendo ser reforçado com fibras vegetais. Uma vantagem da incorporação da celulose no bioplástico a partir do amido é o aumento na sua resistência mecânica (SILVA, 2023).

Uma das principais vantagens do uso da celulose e de outros biopolímeros biodegradáveis na produção de bioplásticos é sua biocompatibilidade. Segundo Marconato *et al.* (2006), esses polímeros são degradados naturalmente por fungos e bactérias, que secretam enzimas capazes de transformar a celulose em glicose, e posteriormente em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O).

## Procedimentos metodológicos

A primeira fase da execução do projeto consolidou-se com uma metodologia adaptada de Menslin *et al.* (2024) e consistiu na obtenção e preparação das amostras de madeira das espécies Tauari, Cumaru, Pinus e Cedro Rosa, utilizadas como matéria-prima para a extração da celulose. Com base na metodologia adaptada de Souza *et al.* (2021), preparou-se uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) a 5% (m/m) para a etapa de deslignificação, cujo objetivo foi remover a lignina das amostras. As amostras permaneceram imersas na solução por uma semana e, ao final desse período, foram lavadas primeiramente com água corrente até atingirem pH próximo ao neutro.

Concluída a deslignificação, realizou-se o processo de branqueamento, no qual as amostras foram submetidas a uma mistura de NaOH 5% e peróxido de hidrogênio 30% (m/V). Esse procedimento foi conduzido à temperatura ambiente, sem agitação, por sete dias. Após o período de reação, as amostras foram novamente lavadas até neutralização do pH e deixadas para secar em condições ambientais, obtendo-se a celulose branqueada e adequada para as próximas etapas da pesquisa.

Com a celulose devidamente obtida, iniciou-se a formulação dos bioplásticos, utilizando de uma adaptação da metodologia de Paulino *et al.* (2019); porém utilizou-se apenas a amostra de celulose proveniente da madeira com partículas menores (Pinus), o que favoreceu a homogeneização da mistura.

A partir da primeira formulação de bioplástico - com 5 mL de ácido acético 5%, 1,5 mL de glicerol, 5 g de amido e 85 mL de água - adaptamos a segunda formulação, matendo os reagentes originais e acrescentando 1,35 g de celulose

## Resultados e discussões

Durante o processo, observou-se a necessidade de adequar a metodologia original, de modo a otimizar o rendimento e a qualidade do material produzido. Com a extração concluída, iniciaram-se os testes de formulação dos bioplásticos.

A partir das atividades experimentais realizadas até o presente momento, foi possível obter a celulose, que apresentou uma coloração clara e foi caracterizada por infravermelho. Após realizar as formulações do biofilme a partir do amido, concluiu-se que

adicionar ácido acético melhorava sua textura, deixando-a mais uniforme e com menos rachaduras.

Após ajustar as proporções dos reagentes iniciaram-se os testes dos filmes com a incorporação da celulose. Na primeira tentativa, a formulação tinha mesma quantidade de amido e celulose. Os filmes apresentaram maior dureza do que sem a incorporação do polímero, porém estavam mais quebradiços e apresentaram retrogradação, esta que se tornou constante para todas as formulações incorporando celulose. Na segunda formulação a quantidade de celulose foi proporcional à massa do bioplástico, este não secou e foi utilizada uma grande massa de celulose em comparação ao que foi produzido no momento. As últimas formulações foram todas ajustadas com a massa de celulose sendo comparada com a do amido.

Após realizar as formulações com a adição de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% de celulose a partir da massa do amido, concluiu-se que o biofilme incorporado com 5% de celulose apresentou melhores propriedades. Esse bioplástico não ficou quebradiço e apresentou maior dureza, ao compará-lo com o composto apenas por amido. Os polímeros 2,5% e 10% apresentaram propriedades consideradas inferiores por motivos diferentes, o primeiro teve uma maleabilidade muito elevada, já o segundo ficou extremamente quebradiço, podemos observá-los na Figura 1, tendo em vista que o bioplástico da esquerda não sofreu a incorporação da celulose.

Figura 1 – Bioplásticos obtidos (sem e com adição de celulose).



Fonte: Acervo pessoal.

De modo geral, os resultados preliminares demonstram que as etapas de extração e incorporação da celulose foram bem-sucedidas, embora ajustes sejam necessários para aprimorar a textura e a uniformidade do bioplástico.

## Considerações finais

As etapas de extração e branqueamento da celulose foram concluídas com sucesso, assim como sua incorporação ao bioplástico. Essa modificação aumentou a dureza do material, deixando-o mais quebradiço.

Durante a formulação do bioplástico, foram testadas diferentes proporções de reagentes. Nas primeiras formulações, surgiram rachaduras e mofo, causados pela alta umidade do ambiente. Para resolver esses problemas, os volumes de água e ácido acético foram ajustados, visando melhorar a textura e uniformidade do produto.

A adição de celulose alterou a aparência do bioplástico, tornando-o mais granuloso e menos uniforme. Os resultados foram satisfatórios e servirão de base para as próximas etapas do projeto que são: a caracterização físico-química do bioplástico, análise da celulose por infravermelho e novos testes com diferentes proporções de celulose.

Deste modo, concluí-se que o projeto teve grande relevância acadêmica e profissional, proporcionando o contato com práticas e metodologias científicas, além de desenvolver habilidades interpessoais importantes para o trabalho e a vida.

## Referências

AZEVEDO, Alexandre R.; FERNANDES, Carolina C. Caracterização e propriedades de bioplásticos obtidos a partir de polvilho doce com diferentes proporções de amido. *UNILASALLE Niterói*, v. 11, n. 25, p. 184–199. Disponível em: <https://shre.ink/unilasalle>. Acesso em: 22 out. 2024.

EVARISTO, Rafael B. W.; DUTRA, Romulo C.; SUAREZ, Paulo A. Z.; GHESTI, Grace F. Materiais obtidos a Partir de Celulose: Origem, Síntese e Aplicações. *Revista Virtual de Química*, 2023. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4524/1099>. Acesso em: 15 dez. 2024

SILVA, Bruno Augusto da; MELO, Eduardo Henrique Silva de; FERREIRA, Gabriely de Moraes; NASCIMENTO, Hellen Moraes; JOCA, Jhonny Frank Sousa; SILVA, Maria do Socorro Sousa. Produção de bioplástico de amido. 2023. Disponível em: <https://shre.ink/producaodebioplastico>. Acesso em: 8 dez. 2024.

PAULINO, G. S. *et al.* Produção de bioplástico a partir de resíduos de café e seu uso como matriz de liberação de antimicrobianos. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 10., 2019, Vitória. Anais [...]. Vitória-ES: Consórcio Pesquisa Café, 2019.* Disponível em: <https://shre.ink/consorciopesquisacafe>. Acesso em: 27 out. 2024.

MARCONATO, José Carlos. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. *Química Nova*, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jqn/a/QXT9wMDfVQ9PrhbVsp8b3Pc/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez.. 2024.

MENSLIN, Camila Taís; DOMINGUEZ, Guilherme Penteado; WOLTER, Gustavo Vinicius; MUELLER, Henrique André; PADILHA, Silvio Bryan Santana. Produção de papel a partir do mesocarpo do coco verde. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, 2024.