

AVANÇOS EM BIOMATERIAIS: RECUPERAÇÃO DE EPS COM ADIÇÃO CELULOSE DE FOLHA DE PALMEIRA *PHOENIX ROEBELENI* E GLICEROL

NATHALIA VILLAR¹; SARAH KALLI²; NAURIENNI FREITAS²;
ANDRÉ MISSIO³

¹Universidade Federal de Pelotas – nathaliannunes@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – kallisarah01@gmail.com; naurienni@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – andre.missio@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A crescente produção de resíduos plásticos e seus impactos ambientais têm impulsionado a busca por materiais alternativos aos polímeros convencionais. Os biomateriais, surgem como uma solução promissora, e possuem potencial para substituir plásticos de difícil decomposição. Atualmente, apenas 14% dos plásticos são reciclados globalmente, agravando a poluição ambiental (WANG et al., 2019; ELKALINY et al., 2024).

Entre as alternativas mais promissoras, a celulose se destaca como o biopolímero mais abundante e renovável disponível na natureza. Suas propriedades biodegradáveis, biocompatíveis e a possibilidade de modificação química tornam a celulose uma candidata preferencial para substituir polímeros sintéticos que apresentam baixa ou nenhuma degradabilidade no meio ambiente (HAN, ZHU, CHENG, 2022; PLATNIEKS et al., 2023).

Entre as fontes de celulose, destaca-se a *Phoenix roebelenii*, uma palmeira do sudeste asiático que gera grande quantidade de biomassa, frequentemente descartada ou queimada, mas que pode ser aproveitada como uma fonte sustentável de celulose (FERRÁNDEZ-GARCÍA et al., 2018).

Apesar das vantagens da celulose, sua natureza hidrofílica, causada pela presença de grupos hidroxila (-OH), facilita a interação com moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio, o que pode limitar sua aplicação em determinadas situações (ETALE et al., 2023; OH, PARK, 2022). Por outro lado, o poliestireno expandido (EPS), um derivado sintético do petróleo amplamente utilizado em embalagens e isolamento térmico devido ao seu baixo custo e alta performance, enfrenta sérios desafios de reciclagem, contribuindo para a poluição ambiental, já que no Brasil, apenas 34,5% do EPS é reciclado, embora corresponda a cerca de 2% a 3% dos resíduos sólidos urbanos (MUNDO ISOPOR, 2018; ABRELPE, 2022). Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis, como a celulose, ganha relevância. A adição de glicerol aos filmes de celulose, por exemplo, tem se mostrado eficaz para melhorar suas propriedades mecânicas, como flexibilidade e resistência à tração, além de aumentar sua capacidade de absorção de umidade, tornando-o um aditivo chave no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis (PAUDEL et al., 2023).

Neste contexto, o presente estudo visa desenvolver e caracterizar filmes compósitos utilizando resíduos de poliestireno expandido dissolvido em combinação com celulose. Adicionalmente, será produzido e analisado um filme compósito contendo EPS, celulose e glicerol, para fins de comparação. O objetivo principal é obter um material com propriedades mecânicas superiores, além de boas características hidrofóbicas e físicas, adequado para uso em embalagens.

2. METODOLOGIA

A biomassa de *Phoenix roebelenii* foi coletada em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Após a coleta, o material foi cortado, seco em estufa a 50°C até atingir massa constante, triturado e peneirado em malhas de 40 e 60 mesh, utilizando-se a fração passante. O poliestireno expandido (EPS) pós-consumo foi obtido gratuitamente de resíduos descartados.

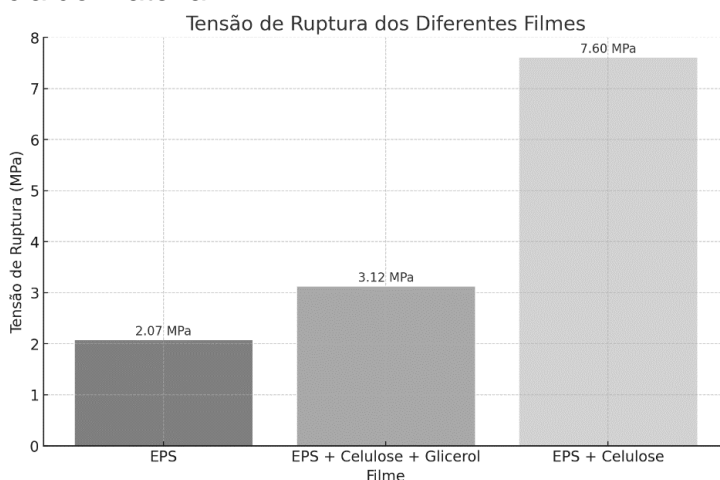
Para a extração da celulose, aplicou-se um tratamento alcalino visando a remoção da lignina, seguido de branqueamento, conforme descrito por BOSENBECKER et al. (2022) E QIAN et al. (2018). Para a deslignificação utilizou-se NaOH a 10% (p/v) a 80°C por uma hora, seguido de filtração, lavagem até pH neutro e secagem a 50°C. O material resultante foi branqueado com NaClO a 20% (p/v) a 60°C por uma hora, filtrado, enxaguado até pH neutro e novamente seco.

Na produção dos filmes, o EPS foi dissolvido em acetato de etila (99%) com agitação contínua, conforme a metodologia de DE SOUSA CUNHA et al. (2021). Na segunda composição, adicionou-se celulose à mistura de EPS, agitando-se no Ultra Turrax (IKA T25) por cinco minutos a 10.000 RPM. Para a terceira formulação, o mesmo processo foi repetido com a adição de glicerol. As três misturas foram vertidas em placas de Petri e secas ao ar livre.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1: Gráfico de barras Tração

Os resultados mostraram que as amostras dos filmes de EPS combinados apenas com celulose apresentaram a maior resistência à tração, com uma média de 7,60 MPa (Figura 1). Já o filme composto por EPS, celulose e glicerol atingiu uma resistência de 3,12 MPa, enquanto o filme de EPS puro exibiu a menor resistência, com cerca de 2,07 MPa. Esses dados sugerem que a adição de celulose melhora de forma significativa a resistência à tração do filme de EPS, enquanto a inclusão de glicerol diminui essa propriedade, possivelmente devido ao seu papel como plastificante, que proporciona maior flexibilidade, mas reduz a rigidez e a resistência do material.

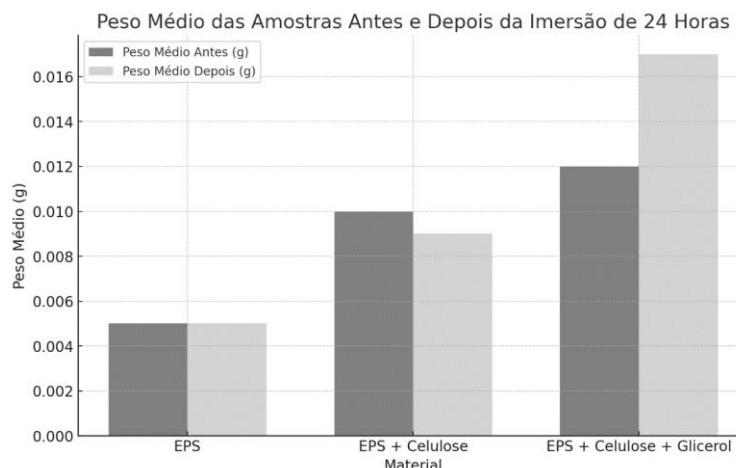


Tais achados estão de acordo com as investigações de SCOPEL (2016) e GONÇALVES et al. (2019), que verificaram que pequenas quantidades de glicerol podem melhorar a resistência à tração, mas concentrações mais elevadas

comprometem a integridade estrutural dos filmes. Isso explica a diminuição da resistência observada nos filmes de celulose com 20% de glicerol nesta pesquisa.

Conforme a Figura 2, os resultados do teste de imersão complementam os do ensaio de tração e corroboram com o estudo de SCOPEL (2016)

Figura 2: Gráfico de barras Teste de imersão



De acordo com SCOPEL (2016), a celulose, devido à sua natureza hidrofílica, tem a capacidade de formar ligações de hidrogênio com certos polímeros. Isso favorece a adesão na interface entre a fibra e a matriz, aumentando a transferência de tensão e, conseqüentemente, melhorando a resistência à tração dos compósitos.

Por sua vez, PASSOS (2015) analisou o impacto do glicerol em filmes à base de amido, concluindo que sua adição eleva a hidrofiliabilidade, flexibilidade e a capacidade de absorção de água dos filmes. Esses achados corroboram com os resultados obtidos na presente pesquisa, que evidenciam efeitos semelhantes.

4. CONCLUSÕES

A inclusão de celulose nos filmes de EPS promove um aumento significativo na resistência à tração, com o melhor desempenho observado nos filmes que contêm apenas EPS e celulose. Por outro lado, a adição de glicerol reduz essa resistência e eleva a capacidade de absorção de água, devido ao seu efeito plastificante e à característica hidrofílica da celulose. A interação entre o EPS e a celulose resulta em uma transferência de tensão mais eficiente na interface entre a fibra e a matriz, o que melhora as propriedades mecânicas. Contudo, é essencial equilibrar a quantidade de glicerol para alcançar um ponto ideal entre as propriedades mecânicas e a absorção de água. Esse compósito oferece uma alternativa mais sustentável para embalagens, já que a presença de celulose não só aumenta a resistência do material, mas também pode contribuir para a biodegradabilidade do EPS, mitigando seu impacto ambiental a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNELLI, S., CIPOLLETTI, V., MUSTO, S., COOMBS, M., CONZATTI, L., PANDINI, S., RICCÒ, T., & GALIMBERTI, M. (2014). Efeitos interativos entre cargas alótropas de carbono no reforço mecânico de nanocompósitos à base de poliisopreno. **Cartas Expressas de Polímero**. v.8, p. 436-449.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE.- 2022.

BOSENBECKER, M. W. et al. Isolation of cellulose nanocrystals from Bambusa vulgaris pulp via physio-chemical approach. **Biomass Conversion and Biorefinery**. 1 jul. 2022.

DE SOUSA CUNHA, R., MUMBACH, G. D., MACHADO, R. A. F., & BOLZAN, A. (2021). A comprehensive investigation of waste expanded polystyrene recycling by dissolution technique combined with nanoprecipitation. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**. 16, 100470.

ELKALINY, N. E. et al. Macroalgae Bioplastics: A Sustainable Shift to Mitigate the Ecological Impact of Petroleum-Based Plastics. **PolymersMultidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**. 1 maio 2024. 5

ETALE, A. et al. Cellulose: A Review of Water Interactions, Applications in Composites, and Water Treatment. **Chemical ReviewsAmerican Chemical Society**. 8 mar. 2023.

FERRÁNDEZ-GARCÍA, C. E. et al. Physical and mechanical properties of particleboard made from palm tree prunings. **Forests**. v. 9, n. 12, 5 dez. 2018.

GONÇALVES, S.F., Antunes, L.B., Silveira, M.F., Souza, A.R., & Carvalho, D.D. (2019). efeito do glicerol nas propriedades mecânicas de filmes a base de quitosana. desafios - **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**.

HAN, Z.; ZHU, H.; CHENG, J. Structure modification and property improvement of plant cellulose : Based on emerging and sustainable nonthermal processing technologies. **Food Research International**. v. 156, n. April, p. 111300, 2022.

LIM, J., BEE, S., SIN, L., RATNAM, C., & HAMID, Z. (2021). A Review on the Synthesis, Properties, and Utilities of Functionalized Carbon Nanoparticles for Polymer Nanocomposites. **Polymers**.13.

OH, J. E.; PARK, N. M. Hydrophilic, transparent, and stretchable film using unmodified cellulose fibers. **Materials Letters**. v. 309, 15 fev. 2022.

PARSAI, G. et al. Synthesis and characterization of composite films derived from lemongrass leaves: A valorization approach. **Bioresource Technology Reports**. v. 26, 1 jun. 2024.

PASSOS, E.F. (2015). Síntese e caracterização de filmes a base de amido e glicerol com adição de argilominerais.

PAUDEL, S.; REGMI, S.; JANASWAMY, S. Effect of glycerol and sorbitol on cellulose based biodegradable films. **Food Packaging and Shelf Life**. v. 37, 1 jun. 2023.

PÉREZ-LIMIÑANA, M. A. et al. Effect of Processing Time of Steam-Explosion for the Extraction of Cellulose Fibers from Phoenix canariensis Palm Leaves as Potential Renewable Feedstock for Materials. **Polymers**. v. 14, n. 23, 1 dez. 2022.

PHOENIX ROEBELENII.

PLATNIEKS, O. et al. Cellulose synergetic interactions with biopolymers: Functionalization for sustainable and green material design. **Industrial Crops and Products**. v. 204, n. June, 2023.

QIAN, S. et al. Effects of bamboo cellulose nanowhisker content on the morphology, crystallization, mechanical, and thermal properties of PLA matrix biocomposites. **Composites Part B: Engineering**. v. 133, p. 203–209, 15 jan. 2018.

SCOPEL, B.S. (2016). Obtenção e caracterização de filmes poliméricos a partir de amido de milho e de gelatina recuperada de resíduos de couro curtido ao cromo (III).

SINDIPLAST. (2018). Procedimentos CETESB para incorporação da logística reversa e âmbito do licenciamento ambiental e impactos para empresas transformadoras de plástico paulista. **Sindiplast**. Retrieved November 12, 2023, de Sindiplast.org.br

WANG, Y. et al. Strong, transparent cellulose film as gas barrier constructed via water evaporation induced dense packing. **Journal of Membrane Science**. v. 585, p. 99–108, 1 set. 2019