

## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE HOMOGENEIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE FILMES

**DÉBORA DA SILVA RODRIGUES<sup>1</sup>; CAMILA CHOLANT<sup>2</sup>  
; PATRICIA OLIVEIRA SCHMITT<sup>3</sup>; MARLON BENDER BUENO RODRIGUES<sup>4</sup>  
SILVIA FUENTE<sup>5</sup> ; ANDRÉ LUIZ MISSIO<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [deborar999@gmail.com](mailto:deborar999@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [camilas.cholant@hotmail.com](mailto:camilas.cholant@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [patricia.olimitt@gmail.com](mailto:patricia.olimitt@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marlonbueno50@gmail.com](mailto:marlonbueno50@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [silviahfuente@hotmail.com](mailto:silviahfuente@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [andre.missio@ufpel.edu.br](mailto:andre.missio@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A biomassa lignocelulósica é uma fonte de matéria prima que está sendo constantemente investigada pela comunidade científica como substituto dos polímeros à base de petróleo devido às suas excelentes propriedades físicas, químicas e ecológicas (SALVE, 2020). Os componentes vegetais de resíduos agrícolas e florestais apresentam elevado potencial de reaproveitamento na produção de produtos, como por exemplo, biocombustíveis e biomateriais (DAMIANI, 2020).

Segundo WOLFFENBÜTTEL et al. (2020) o amplo uso do plástico é um dos maiores desafios ambientais, onde sua versatilidade no design, os baixos custos, fazem com que o plástico esteja inserido em todos os aspectos das nossas vidas. Nesse âmbito, os resíduos em grande volume, quando descartados inadequadamente ocasionam impacto ambiental (FRIEDE, 2021; RHODES, 2018). Segundo FRIEDLINGSTEIN et al. (2022) empresas que produzem plásticos necessitam cada vez mais adaptar seus processos e produtos para contemplar conceitos de sustentabilidade, gerando ganhos ao meio ambiente.

Diante da necessidade de crescimento ambientalmente sustentável, surgem pesquisas e ações para implementar o reaproveitamento, incluindo uma bioeconomia circular na produção de filmes sustentáveis. Os avanços tecnológicos impactam o consumo de materiais, e a biorrefinaria pode integrar ciclos de conversão de biomassa para promover a sustentabilidade.

O gênero de *Eucalyptus* spp, se adaptou ao solo e se desenvolveu em grande escala, destacando-se pelo crescimento rápido. Esta matéria-prima é fonte principal das indústrias de celulose e papel, sendo que o plantio já alcança 5,5 milhões de hectares (EMBRAPA). Segundo FARIA et al. (2022), durante o processo de produção da polpa celulósica são geradas toneladas de resíduos sólidos, sendo um deles a casca, principalmente durante processos de transporte e descascamento.

Desta forma, por se tratar de um resíduo lignocelulósico, a casca de *Eucalyptus* spp. pode ser direcionada para obtenção de benefícios econômicos e sociais, além de minimizar o impacto ambiental causado pela sua disposição inadequada (LOPES et al. 2017). Isto, somado ao crescimento no mercado de embalagens, direcionam as pesquisas e empresas a investir em novas tecnologias sustentáveis com a finalidade de reduzir os impactos ambientais, garantindo que as embalagens preservem as características e qualidade dos produtos e uma rápida biodegradação. Neste contexto, o objetivo deste estudo

consiste em avaliar a eficácia dos diferentes métodos aplicados na celulose branqueada obtida a partir da casca de eucalipto para a produção de filmes.

## 2. METODOLOGIA

Para o experimento foi utilizado a casca de *Eucalyptus* sp, cedida pela empresa CMPC, localizada no Porto de Pelotas. As cascas passaram por um acondicionamento prévio na estufa por dois dias a 60°C. Foram separadas manualmente, em seguida passadas em máquina forrageira para a diminuição dos comprimentos da mesma, no passo seguinte a amostra foi peneirada e o que ficou retido na peneira de 60 *mesh* foi utilizado na pesquisa.

A amostra foi submetida a tratamento com hidróxido de sódio 7%, utilizando uma relação de 1:10 de biomassa, água destilada e adicionados a um recipiente com volume de 250 ml. No passo seguinte com os mesmos métodos foi adicionado hipoclorito de sódio a 5% para obtenção do tratamento de branqueamento, foram mantidos em banho-maria a 80°C durante 1 h. Após, a amostra foi filtrada sob vácuo com água destilada até atingir PH neutro.

A amostra foi submetida a dois sistemas de homogeneização no dispersor do modelo IKA T18 BRUSHLESS digital Ultra-turrax com 30min., e no moinho dispersor da marca MYLABOR, com mini esferas em 120 min utilizando a relação de 1:80 na homogeneização das amostras, em uma velocidade de 15 rpm em ambos os equipamentos.

Segundo a metodologia de CANDINHO et al. (2020) para formação dos filmes foi adicionado uma porcentagem de 2% da amostra do estudo com adição de 4ml de água destilada, mantendo a mistura sob agitação até dispersão completa, obtendo um gel de matéria-prima lignocelulósica. O material será filtrado em sistema de filtração com membranas de nylon e bomba de vácuo no laboratório um de propriedade físicas e químicas da Universidade Federal de Pelotas. Após isso, as membranas serão secas em temperatura ambiente por 24hs, sendo retiradas com auxílio de bisturi e dispostas em câmara climática até estabilização. As seguintes caracterizações foram: ensaio de tração no equipamento de modelo ZwickRoell, ASTM D638, análise de microscopia óptico digital DM4, verificando as características da superfície dos filmes, realizadas no Laboratório NOVONANO da Universidade Federal de Pelotas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram produzidas duas amostras homogêneas após a aplicação de um tratamento de celulose. Em seguida, essas amostras foram submetidas a dois equipamentos distintos, nomeadamente o Equipamento A (Ultra-Turrax) e o Equipamento B (Moinho Dispersor PE- 075). O Ultra-Turrax, conforme destacado por Magalhães et al. (2021), proporcionou a obtenção de uma mistura homogênea no formato de um gel concentrado. No processo de formação de filmes a partir de biomassa lignocelulósica, é imprescindível inicialmente a formação de um gel mediante a suspensão da biomassa em um solvente apropriado. Surpreendentemente, após apenas 30 minutos de agitação, o gel adquiriu uma textura gelatinosa e robusta. Em comparação com os resultados obtidos pelo Equipamento B, o Ultra-Turrax demonstrou ser mais eficaz na produção dos géis essenciais para a subsequente formação dos filmes.

No que diz respeito à análise visual, a amostra 2, quando processada no Equipamento A, exibiu uma tonalidade amarelada. Por outro lado, a amostra 1, após ter sido submetida ao Equipamento B, revelou uma coloração mais clara.

No contexto dos testes de tração, foram efetuadas as seguintes observações ao considerar uma área de  $3,9 \text{ cm}^2$  para a análise. Além disso, para uma compreensão abrangente das propriedades dos filmes, estes foram submetidos a avaliações utilizando um texturômetro, que permitiu a aplicação de uma força oscilatória com uma frequência previamente definida durante o ensaio, possibilitando, assim, a medição das variações na elasticidade e dissipação da amostra ao longo da distância. Os resultados dessas análises são apresentados na figura a seguir:

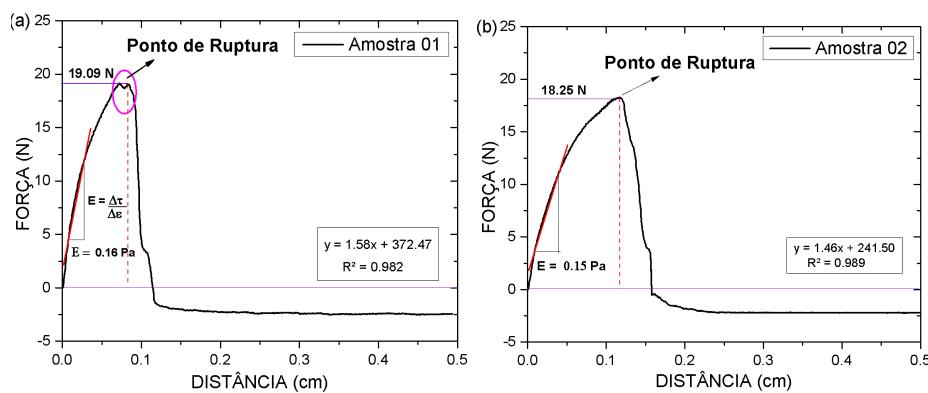


Figura 1. Análise de Tensão (fonte: próprio autor)

O comportamento mecânico de um material é um reflexo da relação entre sua resposta à deformação sob a aplicação de uma carga ou força. Uma análise das amostras revelou que a amostra 1 exibiu uma menor deformação em comparação com a amostra 2. Essa relação direta entre a deformação e a resistência mecânica é essencial para avaliar a capacidade do material de suportar cargas e superar sem sofrer danos, proporcionando uma crucial do comportamento elástico, no qual o material pode recuperar sua forma original após a remoção da tensão. Essa característica é especialmente vital em aplicações específicas, como embalagens.

Supõe-se que a diminuição das forças intermoleculares ao longo da cadeia polimérica tenha contribuído para o aumento da flexibilidade do material. Além disso, a temperatura do processo também é um fator influenciador. Isso fica evidenciado pelo comportamento do módulo de Young e pelo limite proporcional, que, no gráfico 2, demonstrou um desempenho superior em comparação com a amostra 1. Para analisar essas propriedades, utilizou-se o software Origin, que permitiu a determinação de parâmetros como o limite de especificação e o ponto de ruptura. As propriedades mecânicas desempenham um papel crucial na seleção de filmes destinados a aplicações de embalagem, uma vez que contribuem para a proteção contra a oxidação e a umidade, além de aprimorarem as propriedades da matriz, conforme destacado por Kawasaki et al. (2022). Os resultados desses testes são detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados dos ensaios mecânicos realizados com as amostras

Equipamentos	Resistência à Tração $\tau$	Deformação Ruptura $\varepsilon$ (%)	Módulo de elasticidade E
--------------	-----------------------------	--------------------------------------	--------------------------

	(Pa)		(Pa)
Amostra 1- Eq. Moinho dispersor	4,89	8.26%	0,16 Pa
Amostra 2 Eq. Turrax	4,68	11,77 %	0,14 Pa

#### 4. CONCLUSÕES

A casca de *Eucalyptus* spp foi identificada como uma biomassa altamente apropriada, com um considerável potencial para a fabricação de filmes. Isso se tornou ainda mais evidente quando diferentes tratamentos foram aplicados, gerando precursores diversos para a produção de filmes. O equipamento A, por sua vez, demonstrou um desempenho satisfatório na homogeneização da amostra 2, conforme atestado por meio das análises de tração e da observação das estruturas. Assim, as recentes abordagens e metodologias implementadas desempenharam um papel crucial na modificação das características necessárias para a produção de filmes sustentáveis.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SALVE, Ana Paula. Métodos de extração e aproveitamento da lignina proveniente de biomassa vegetal. 2020. Acessado em agosto de 2023. disponível em: [https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13702/TG-Ana%20Paula%20Salve\\_final.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13702/TG-Ana%20Paula%20Salve_final.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

DAMIANI, Clarissa; MARTINS, Glêndara Aparecida de Souza; BECKER, Fernanda Salamoni. Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações. 2020. Acessado em: agosto de 2023, disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/396/o/Livro\\_Aproveitamento\\_de\\_Res%C3%ADduos\\_Vegetais.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/396/o/Livro_Aproveitamento_de_Res%C3%ADduos_Vegetais.pdf)

CANDINHO, Camila da Costa et al. Obtenção de celulose extraída de resíduos lignocelulósicos provenientes do estróbilo feminino da *Araucaria angustifolia* via hidrólise ácida. 2020. acessado em setembro de 2020. disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218480/TCC\\_Materiais\\_UFSC\\_BNU\\_Camila\\_da\\_Costa\\_Candinho.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218480/TCC_Materiais_UFSC_BNU_Camila_da_Costa_Candinho.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

FARIA, Marina Victal. Avaliação técnica e econômica da produção de biogás, energia e etanol celulósico em uma biorrefinaria virtual integrada alimentada com casca de café. 2022. acessado em setembro de 2023. disponível em: <https://repositorio.ufop.br/handle/123456789/17122>

FRIEDLINGSTEIN, Pierre et al. Orçamento global de carbono para 2022. **Discussões sobre dados científicos do sistema terrestre**, v. 1-159, 2022. Acessado em setembro de 2023. disponível em: <https://essd.copernicus.org/articles/14/4811/2022/>

LOPES, Emerson Delano. Avaliação de clones de *Eucalyptus* spp e *Corymbia* spp em diferentes espaçamentos visando à produção de bioenergia. 2017. Acessado em setembro de 2023 disponível em: [http://acervo.ufvjm.edu.br/ispui/bitstream/1/1733/1/emerson\\_delano\\_lopes.pdf](http://acervo.ufvjm.edu.br/ispui/bitstream/1/1733/1/emerson_delano_lopes.pdf)