

NANOCOMPÓSITOS DE POLIETILENO VERDE/NANOCRISTAIS DE CELULOSE – ESTUDO TEÓRICO

EDUARDA VIEIRA SILVA¹; MARIANE WEIRICH BOSENBECKER²; MARIANA
RIBAS DE SÁ³; AMANDA DANTAS DE OLIVEIRA⁴.

¹Universidade Federal de Pelotas– eduardav.silva98@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marianeboesenbecker@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – marianasa30@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – amandaoliveira82@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A busca por compósitos sustentáveis cresce com o passar dos anos, devido ao impacto ambiental negativo que a extração de recursos não renováveis ocasionam. O compósito “é composto por dois (ou mais) materiais individuais, os quais se enquadram nas categorias — metais, cerâmicas e polímeros” (CALLISTER, 2016, p. 12). Tendo o objetivo de atingir uma combinação de propriedades que nenhum material isolado exibe, incorporando as melhores características de cada.

Um material que surgiu desta busca por matérias primas renováveis foi o polietileno verde, material produzido a partir da cana de açúcar que tem como objetivo diminuir a emissão de CO₂. Este biopolímero além de ser reciclável, mantém as propriedades, o desempenho e versatilidade de aplicações dos polietilenos tradicionais, o que facilita seu uso imediato na cadeia produtiva do plástico (BRASKEM, 2021).

A celulose é o principal constituinte estrutural das plantas, sendo matéria prima de vários produtos de nosso cotidiano. É um material encontrado em abundância na natureza tendo vários meios de obtenção como a extração em árvores de eucalipto, pinheiro, algodão, bambu, entre outros. O bambu é um material amplamente utilizado na construção civil, por conta do seu alto módulo de elasticidade e resistência mecânica, sendo encontrado principalmente em regiões tropicais e subtropicais. A partir de hidrólise ácida é possível se obter nanocristais de celulose (NCC) que possui uma alta cristalinidade e se assemelha a uma haste.

Com isto, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar as propriedades esperadas do desenvolvimento de nanocompósitos de polietileno verde reforçado com nanocristais de celulose (CNC) isolados da fibra do bambu. Devido a pandemia do COVID-19 e pela impossibilidade de realização de atividades presenciais por alunos de iniciação científica, não foi possível realizar a parte experimental do presente trabalho, sendo assim, optou-se pela realização de uma revisão da literatura sobre o assunto.

2. METODOLOGIA

A obtenção das fibras de celulose a partir do bambu será baseada nas metodologias descritas por Qian, S; Zhang, H; Sheng, K (2016) e Wijaya, C. J. Et al. (2019) com algumas modificações. A celulose será obtida pelas seguintes etapas: tratamento alcalino e branqueamento. Para o tratamento alcalino, partículas em forma de pó serão colocadas em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 10% (p/v), a 80°C durante 1 h. No término da reação, o material sólido será filtrado e lavado várias vezes com água destilada até se atingir o pH estar neutro. Após tratamento alcalino, o processo de branqueamento será realizado com adição da celulose tratada em uma solução de 20% (p/v) hipoclorito de sódio

(NaClO) durante 2h. A mistura será filtrada usando excesso de água destilada, até a neutralização do pH. Em seguida, a celulose será seca em estufa por 24 horas a 50°C.

Após os tratamentos químicos realizados para obtenção da celulose, a mesma será submetida a hidrólise ácida para obtenção dos CNCs. O processo de hidrólise ácida será realizado usando diferentes concentrações de H₂SO₄ (45, 55, 65 % em peso) a 45°C por 1 h. A relação de volume/massa de bambu e H₂SO₄ será 1: 20 (1g de celulose para 20 ml de H₂SO₄). Após a conclusão do processo de hidrólise, um excesso de água destilada a frio será adicionada à mistura para parar o processo de hidrólise. O excesso de H₂SO₄ será removido por centrifugação (12000 rpm por 10 min) usando uma centrífuga. O sobrenadante será descartado e o precipitado será novamente lavado com água destilada e centrifugado. Este processo será repetido 3 vezes. O material será dializado com água da torneira por 3 dias até atingir o pH neutro (membrana de celulose regenerada). Posteriormente, os CNCs serão liofilizados para caracterizá-los (QIAN, S; ZHANG, H; SHENG, K., 2016)

Para a obtenção dos nanocompósitos será utilizada uma extrusora de rosca simples da Ecosoluções, com L/D 20, instalada no Laboratório de Materiais Poliméricos (LABCOM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Será utilizado o seguinte perfil de temperatura: zona 1 (140°C), zona 2(145°C) e zona 3(150°C) e a temperatura da matriz a 190° C.

Após as amostras terem sido extrudadas, elas serão granuladas e secas. Em seguida, serão submetidas ao processo de moldagem por injeção em uma injetora de bancada. Os corpos de prova serão confeccionados para serem utilizados nos ensaios mecânicos de resistência à tração e resistência ao impacto Izod de acordo com as normas ASTM D638 e ASTM D256 respectivamente. Pretende-se utilizar a temperatura de 190°C.

Pretende-se ao longo do trabalho realizar ensaios de tração uniaxial; Resistência ao impacto Izod e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será apresentado uma revisão da literatura sobre nanocompósitos poliméricos reforçados com nanocristais de celulose, com intuito de discutir o potencial das propriedades que os nanocompósitos PEVBD/CNC possuem.

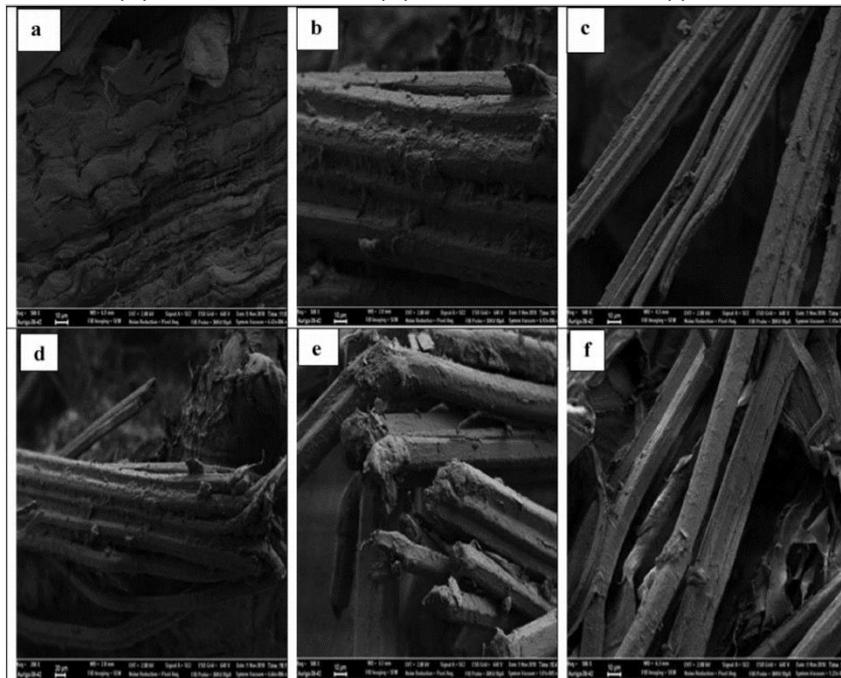
- Castro, D. O. (2014) utilizou o polietileno verde de alta densidade (BPEAD) como matriz em compósitos reforçados por fibras de curauá em proporções em massa variando de 5 a 20%. Óleo de mamona (CO), foi utilizado como agente compatibilizante. O presente estudo teve o objetivo de avaliar o potencial de aplicação de nanocristais de celulose (NCC) obtidos a partir de hidrólise ácida em filmes baseados em BPEAD. Os nanocompósitos foram processados por extrusão, e o óleo de mamona foi usado nas concentrações de 3, 6 e 9%. Os resultados demonstraram que o compósito preparado com 3% de NCC e 3% em massa de óleo vegetal apresentou melhor conjunto de resultados. Os resultados obtidos por análise dinâmico-mecânica (DMA) mostraram que a presença de NCCs torna o material mais rígido. O uso de óleos vegetais na preparação de filmes, contribuiu para uma distribuição mais homogênea e melhor adesão na interface dos NCCs na matriz de BPEAD. As propriedades óticas dos nanocompósitos indicaram filmes menos opacos. Este estudo mostrou boas perspectivas para o uso de nanocristais de celulose em filmes baseados em BPEAD, e melhoria nas propriedades dos nanocompósitos.

- Qian, S; Zhang, H e Sheng, K (2016) utilizaram resíduos resultantes do processamento do bambu para o isolamento de CNCs por hidrólise ácida usando o H₂SO₄ em concentrações de 55 e 65% em massa, com tempo de 1 a 5 horas. Os resultados demonstraram que o teor de celulose teve um aumento para quase 85%, após o processo de branqueamento a superfície específica também indicou melhora. Os CNCs apresentaram maior cristalinidade e tamanho de cristalito que os observados na celulose sem hidrólise, porém os CNCs apresentaram menor estabilidade térmica.

- Daramola, O. O et al. (2019) desenvolveram compósitos com matriz de polietileno de alta densidade (PEAD) reforçados com fibras de bambu (BF). Os reforços de fibras de bambu foram retiradas do colmo de bambu e tratadas com NaOH 0,5 M. Foram produzidos compósitos que tinham concentrações (2, 4, 6, 8 e 10% em peso) de fibras tratadas.

O processamento dos compósitos (BF + PEAD) foi realizado a partir de uma extrusora de rosca simples, com perfil de temperatura de 180 – 220°C e moldados em uma prensa de laboratório a uma temperatura de 230°C. Os resultados indicaram um aumento nas propriedades mecânicas para os compósitos com 2 e 4% de BF, enquanto a taxa de absorção de água aumenta conforme o aumento da quantidade de reforço. A morfologia das amostras revelou que houve uma dispersão homogênea do reforço na matriz, porém houve a presença de aglomerados de fibras para os compósitos com maiores concentrações de reforço como mostra a Figura 1.

Figura 1: (a-f) Imagens de MEV – (a) PEAD (controle); (b) 2% BF- PEAD; (c) 4% BF- PEAD; (d) 6% BF-PEAD; (e) 8% BF – PEAD; (f) 10% BF – PEAD.



Fonte: DARAMOLA, O. O et al. (2019)

Os resultados deste estudo mostraram que as fibras de bambu tratadas e em concentrações ajustadas, são adequadas para reforçar o PEAD.

4. CONCLUSÕES

Através dos dados expressados nos resultados, o desenvolvimento de nanocompósitos sustentáveis a base de polietileno verde com reforço de nanocristais de celulose isolados da fibra de bambu se mostrou promissor pelas

propriedades mecânicas, óticas e a cristalinidade dos compósitos de estudos semelhantes serem melhores do que os resultados de polímeros sem a presença de reforço. Assim o potencial deste nanocompósito sustentável para diversas aplicações é evidenciado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BOSENBECKER, M. W. **Desenvolvimento de nanocompósitos de polietileno verde reforçados com nanocristais de celulose isolados da fibra de bambu**. 2021. Projeto de Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

CALLISTER, W. D. *Ciência e engenharia de materiais: uma introdução*. - 9. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CASTRO, D. O. **Biocompósitos a partir de “polietileno verde”, óleo vegetais, macro e nano fibras de carauá**. 2014. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo.

COSTA, S. S.; SILVA, R. P. D.; ALVES, A. R. C.; GUARIEIRO, L. L. N; MACHADO, B. A. S. Estudo Prospectivo sobre a Obtenção e Incorporação de Nanocristais de Celulose em Filmes Biodegradáveis. **Quim. Nova**. Salvador – BA. Vol. 8, No 4, p. 1104 – 1114, 2016.

DARAMOLA, O. O et al. Mechanical performance and water uptake behaviour of treated bamboo fibre-reinforced high-density polyethylene composites. **Heliyon**, v.5, p. 1-6, 2019.

LEGNAIOLI, S. **O que é celulose e onde está presente?**. Ecycle. Acessado em 12 jul. 2021. Online. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/celulose/>.

PEREIRA, F.V.; PAULA, E.L.; MESQUITA, J.P.; LUCAS, A.A.; MANO, V. Bionanocompósitos Preparados por Incorporação de Nanocristais de Celulose em polímeros Biodegradáveis por meio de Evaporação de Solvente, Automontagem ou Eletrofiação. **Quim. Nova**. Belo Horizonte – MG. Vol. 37, No. 7, p. 1209-1219, 2014.

Polietileno Verde I'm Green™ (PE Verde I'm Green™). I'm green Braskem, 2021. Acesso em: 16 de jul. 2021. Disponível em: <http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>.

QIAN, S; ZHANG, H; SHENG, K. Cellulose nanowhiskers from moso bamboo residues: extraction and characterization. **BioResources**, v. 12, n. 1, p. 419-433, 2016.

TAIPINA, M. O. **Nanocristais de Celulose: Obtenção, Caracterização e Modificação de Superfície**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química na área Físico- Química) – Programa de pós-graduação, Universidade Estadual de Campinas.

WIJAYA, C. J. et al. Optimization of cellulose nanocrystals from bamboo shoots using Response Surface Methodology. **Heliyon**, v. 5, n. 11, p. e02807, 2019.