

RECICLAGEM DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) PARA PRODUÇÃO DE FIBRAS ABSORVENTES DE ÓLEO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL

GABRIELA VASCONCELLOS SINOTTI¹; GIAN FRANCESCO DOS REIS PAGANOTTO²; VIVIANE GOBEL MARQUES³; BRUNO VASCONCELLOS LOPES⁴; NEFTALI LENIN VILLARREAL CARRENO⁵

¹Universidade Federal de Pelotas, – gabrielasinotti@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – gianpaganotto@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – vivianegobelmarques@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – lopesbruno13@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – neftali@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com questões ambientais e econômicas tem estimulado a busca por técnicas inovadoras para lidar com o problema dos resíduos plásticos. COTTOM et al. (2024) estimam que as emissões globais de resíduos plásticos totalizam aproximadamente 52,1 milhões de toneladas por ano. Desses resíduos, cerca de 57% são compostos por plásticos pesados, enquanto 43% são plásticos mais leves, em termos de peso. Esses dados destacam a relevância das emissões de macroplásticos no cenário global, com implicações diretas para a poluição ambiental. A reciclagem de materiais é uma das estratégias mais eficazes para reduzir a poluição e o desperdício de recursos naturais. O poliestireno expandido (EPS) é particularmente problemático devido à sua natureza não biodegradável, resultando em sérios impactos ambientais, já que sua decomposição é muito lenta (PAGANOTTO et al. 2019; SHIN; CHASE, 2005).

Uma abordagem promissora para reciclar o EPS é transformá-lo em fibras que atuam como adsorventes de óleo. O uso de EPS reciclado para esse fim oferece uma solução dupla: resolve a questão do descarte do material e fornece uma ferramenta eficaz para a absorção de óleos (ABIRAMI et al., 2020; LOPES et al., 2019; LOPES et al., 2007). O EPS possui características como baixa densidade, hidrofobicidade e afinidade por substâncias orgânicas. De acordo com DOAN et al. (2019), as fibras de poliestireno têm uma notável capacidade de absorção de óleo.

Entre os métodos para produzir essas fibras, destaca-se o *centrifugal spinning*, descrito por LI et al. (2017), como uma tecnologia simples e inovadora que utiliza alta rotação em um rotor perfurado para extrudar soluções poliméricas em forma de fibras. Este processo permite a fabricação de fibras ao regular a concentração das soluções e os parâmetros do equipamento, como a velocidade de rotação, mostrando-se uma abordagem promissora para atender à demanda crescente por fibras micro/nano superhidrofóbicas em larga escala. Assim, o objetivo deste estudo é produzir fibras a partir de EPS reciclado por meio do método de *centrifugal spinning* e avaliar a capacidade de absorção de óleo das fibras obtidas em função da velocidade de rotação para sua obtenção.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, o Poliestireno Expandido (EPS) foi pesado e dissolvido em clorofórmio, sob agitação magnética contínua, até obter uma solução completamente homogeneizada com concentração de 10% (m/m). Em seguida,

essa solução foi introduzida em um equipamento *centrifugal spinning*, desenvolvido pelo grupo, em condições controladas de umidade e temperatura, utilizando uma agulha hipodérmica de 26G como bico injetor. O material foi processado através da agulha, com rotações variando entre 8.500 rpm, 10.000 rpm e 11.500 rpm. As fibras formadas foram coletadas nas hastes do equipamento, completando assim o processo de produção. A Figura 1, ilustra o procedimento de fabricação de fibras a partir do Poliestireno Expandido (EPS) utilizando a técnica de *centrifugal spinning*.

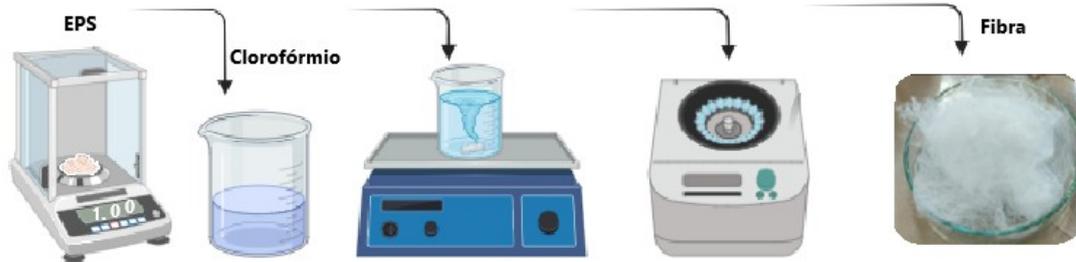


Figure 1- Processo de Fabricação de Fibras Por Centrifugal Spinning.

A metodologia utilizada para os testes de absorção seguiu a norma ASTM F726-12, com adaptações. Primeiramente, uma quantidade específica de fibra foi pesada e separada. Um recipiente contendo o óleo mineral 20W50 foi posicionado em uma mesa agitadora, e a fibra foi imersa no óleo por 15 minutos. Após esse tempo, a amostra foi drenada durante 30 segundos e pesou-se novamente. A porcentagem de absorção foi então calculada. Os testes foram realizados em duplicata.

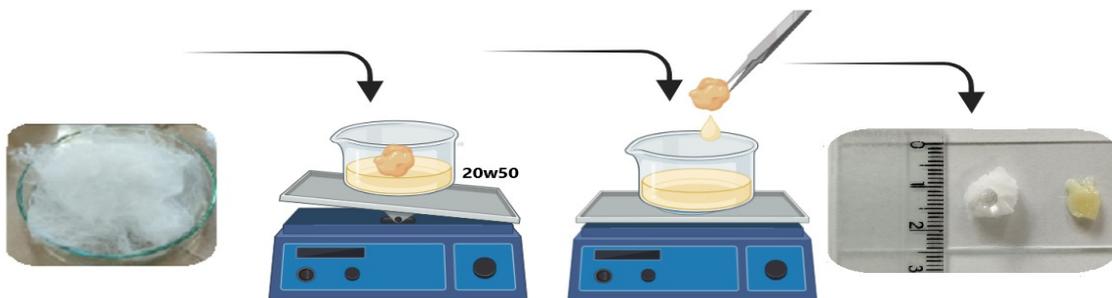


Figura 2- Teste de Adsorção das Fibras Produzidas

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram produzidas fibras de EPS reciclado de forma eficiente pela técnica *centrifugal spinning*. A Figura 3, ilustra a relação entre a velocidade de rotação (em rotações por minuto, rpm) e a capacidade de absorção de óleo (g/g) das fibras produzidas. No presente estudo, as fibras obtidas apresentaram capacidade de absorção de óleo de 39,24 g/g, 28,77 g/g e 11,51 g/g, para as rotações de 8.500, 10.000 e 11.500 rpm respectivamente. Nota-se que, à medida que a velocidade de rotação utilizada na fabricação das fibras aumentou, houve uma diminuição na capacidade de absorção. Esse fenômeno pode ser atribuído ao fato de que altas rotações podem impedir a formação adequada de fibras com

uma alta área superficial, não proporcionando o tempo necessário para a evaporação do solvente. Essa hipótese será investigada nas etapas subsequentes do trabalho por meio de análises com microscopia eletrônica de varredura. Entretanto, BUDLAYAN et al. (2021) e DOAN et al. (2019) obtiveram microfibras obtidas a partir de Poliestireno Expandido com capacidade de sorção de 15,5 g/g de óleo, maior que a capacidade das fibras obtidas neste trabalho com a velocidade de rotação de 11.500 rpm, mas menor que as demais velocidades de rotação utilizadas.

ZARO et al. (2021) verificaram a capacidade de absorção de um absorvente comercial de polipropileno (PP) produzido por melting spinning, e obtiveram valores de 5,53 g/g para óleo diesel de viscosidade 0,005 Pa.s e 18,96 g/g para óleo 85w140 de viscosidade de 0,931 Pa.s, observando que a sorção aumentou com a viscosidade. Sabendo-se que a viscosidade média do óleo utilizado neste trabalho é de 0,409 Pa.s, pode-se considerar que neste trabalho foi possível obter um absorvente de óleo com capacidade superior a um já comercializado.

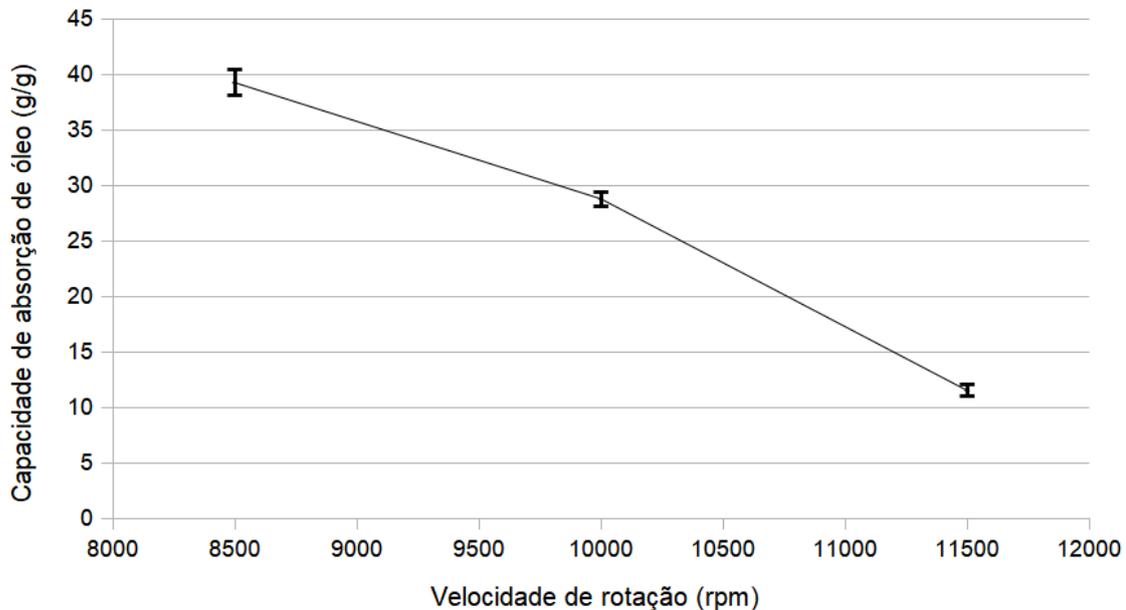


Figura 3: Capacidade de Absorção de Óleo das Fibras Produzidas

4. CONCLUSÕES

Neste estudo, propomos uma abordagem para a reciclagem do Poliestireno Expandido (EPS) na forma de fibras, utilizando o método de fabricação por *centrifugal spinning*. As fibras produzidas não apenas apresentam propriedades hidrofóbicas e organofílicas, mas também demonstram uma notável capacidade de absorção de óleo. Foi observado que a velocidade de rotação durante a produção das fibras tem um impacto direto na capacidade de absorção de óleo. Assim, essa técnica contribui para a sustentabilidade por meio da reciclagem e ajuda a reduzir os impactos ambientais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIRAMI, A. L. A.; KUMAR, P. S.; PRAKASH, D. G.; RAVIRAJAN, A.; UMASANKARAN, A.; NARAYANAN, P.; RAVISHANKAR, P.; KUMAR, C. S.; NAGARAJU, S.; REDDY, K. P. J. Synthesis and application of porous oil-sorbent microspheres: Characterization, retention capacity and sorption kinetics. **Separation and Purification Technology**, v. 234, p. 116095, 2019.

ASTM. F726-12: **Standard test method for sorbent performance of adsorbents**. Philadelphia, 2012.

BUDLAYAN, Marco Laurence M. et al. Improvised centrifugal spinning for the production of polystyrene microfibers from waste expanded polystyrene foam and its potential application for oil adsorption. **Journal of Engineering and Applied Science**, v. 68, p. 1-11, 2021

COTTOM, Joshua W.; COOK, Ed; VELIS, Costas A. A local-to-global emissions inventory of macroplastic pollution. **Nature**, v. 633, n. 8028, p. 101-108, 2024.

DOAN, H. N.; NGUYEN, D. K.; VO, P. P.; HAYASHI, K.; KINASHI, K.; SAKAI, W.; TSUTSUMI, N; HUYNH, D. P. Facile and Scalable Fabrication of Porous Polystyrene Fibers for Oil Removal by Centrifugal Spinning. **ACS Omega**, v. 4, n. 14, p. 15992–16000, 2019.

LI, Y.; ZOU, C.; SHAO, J.; ZHANG, X.; LI, Y. Preparation of SiO₂/PS superhydrophobic fibers with bionic controllable micro–nano structure via centrifugal spinning. **RSC Advances**, 7, 11041-11048, 2017.

LOPES, B. V.; PAVLOVIC, A.; TROMBETTA, T. B.; OLEINIK, P. H.; MONTEIRO, C. B.; GUIMARÃES, R. C.; DA SILVA, D. V.; MARQUES, W. C. Numerical study of oil spill in the Patos lagoon under flood and ebb conditions. **Journal of Marine Science and Engineering**, [s. l.], v. 7, n. 1, 2019.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; POFFO, I. R. F. **Ambientes costeiros contaminados por óleo : procedimentos de limpeza – manual de orientação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio, 2007. 2007. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br.

PAGANOTTO, G.F.R.; BARROS, G.D. de; MARQUES, V.G.; TAKIMI, A.S. Production of recycled EPS fibers by centrifugal spinning. **Revista Matéria**, v. 26, n. 02, e12954, 2021.

SHIN, C.; CHASE, G.G. Nanofibers from recycle waste expanded polystyrene using natural solvent, **Polym. Bull. Berl.**, 55, 209–215, 2005.

ZARO, M.; SILVESTRE, W. P.; FEDRIGO, J. G.; ZENI, M.; BALDASSO, C. Sorption of oils by a commercial non-woven polypropylene sorbent. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e554101422671, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22671.