

Projeto de Pesquisa

Síntese de espumas de fibras de celulose

Pesquisadora Responsável: Dra. Elisa Silva Ferreira
Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), CNPEM

Introdução

Materiais leves, tridimensionais e altamente porosos, conhecidos na literatura como espumas e aerogéis,^{1,2} podem ser obtidos a partir de fibras, nanofibras (CNF) e nanocristais (CNC) de celulose. Esses materiais têm sido investigados para diferentes aplicações, devido às suas promissoras características, tais como leveza (densidade baixíssima), área superficial elevada, isolamento térmico e absorção de energia mecânica. Os aerogéis de celulose são geralmente obtidos pela secagem de géis de CNC e/ou CNF por liofilização ou em condições supercríticas, de modo que a estrutura da dispersão coloidal permanece no sólido final.³ Embora muito eficientes em escala laboratorial, as técnicas de liofilização e secagem supercrítica envolvem um alto gasto de energia, de forma que não são adequadas para aplicações de baixo custo.

Para aplicações em embalagens e construção civil, as espumas devem ser produzidas com dimensões longas e/ou em grande escala de produção para que os produtos tenham custo compatível ao seu uso final. Para isso, é necessário buscar métodos alternativos que envolvam etapas mais simples e, preferencialmente, escalonáveis para a produção de estruturas leves de celulose. Estas condições podem ser alcançadas usando processos que envolvem a formação de espumas.⁴

Para o preparo de espumas, fibras e CNFs podem ser utilizadas. O processo típico consiste em espumar uma dispersão aquosa de celulose contendo surfactantes e, em seguida, drenar parte do líquido e secar a espuma (Figura 1).^{5,6} As espumas aquosas são sistemas termodinamicamente instáveis e, para produzir um sólido poroso, sua

coalescência deve ser retardada com o controle de viscosidade e reforço da interface ar-líquido das bolhas. Espumas aquosas que são suficientemente estáveis podem ser secas em estufas, produzindo espumas sólidas com baixíssima densidade (até 0,005 g/cm³) para aplicação em embalagens e isolamento térmico.^{5,7} Tendo em vista o potencial das espumas de celulose para a substituição de espumas plásticas, este projeto tem como objetivo desenvolver materiais leves de celulose por métodos econômicos e verdes e utilizando fibras de bagaço de cana-de-açúcar.

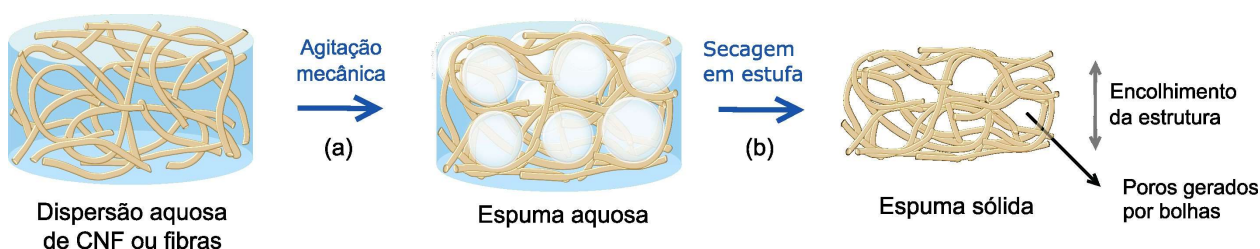


Figura 1. Representação do método de produção de espumas de celulose com duas etapas principais: (a) organização da rede com bolhas; e (b) secagem em estufa. O processo cria poros na faixa de micrômetros a milímetros. Durante a secagem, o colapso da espuma e as forças capilares provocam um encolhimento na estrutura. Imagem adaptada da referência 1.

Objetivos

Avaliar a estabilidade de espumas aquosas de fibras de bagaço de cana-de-açúcar e a aplicação desses sistemas na produção de materiais leves de celulose por secagem de em estufa.

Metodologia

Neste projeto as espumas de celulose serão preparadas com fibras de bagaço de cana-de-açúcar. O bagaço será moído em moinho de facas e diferentes tamanhos de fibra serão selecionados por peneiração com malhas graduadas. Para a produção de espumas, as fibras serão pré-tratadas com soluções ácidas e/ou alcalinas para extração de lignina e hemicelulose. Após os pré-tratamentos, as fibras serão dispersas em água e as espumas aquosas serão preparadas utilizando surfactantes e agitação mecânica. A estabilidade das espumas aquosas será avaliada por medidas volume de ar incorporado

e meia vida da espuma. Para a formação das espumas sólidas, as espumas aquosas serão transferidas a moldes e secas em estufa (60 a 100 °C). As propriedades das espumas sólidas serão analisadas por determinação de densidade aparente e porosidade, ensaio mecânico de compressão e caracterização morfológica por microscopias.

Referências

- (1) Ferreira, E. S.; Rezende, C. A.; Cranston, E. D. Fundamentals of Cellulose Lightweight Materials: Bio-Based Assemblies with Tailored Properties. *Green Chem.* **2021**. <https://doi.org/10.1039/D1GC00326G>.
- (2) Lavoine, N.; Bergström, L. Nanocellulose-Based Foams and Aerogels: Processing, Properties, and Applications. *J. Mater. Chem. A* **2017**, *5* (31), 16105–16117. <https://doi.org/10.1039/C7TA02807E>.
- (3) De France, K. J.; Hoare, T.; Cranston, E. D. Review of Hydrogels and Aerogels Containing Nanocellulose. *Chem. Mater.* **2017**, *29* (11), 4609–4631. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.7b00531>.
- (4) Pöhler, T.; Jetsu, P.; Isomaisio, H. Benchmarking New Wood Fibre-Based Sound Absorbing Material Made with a Foam-Forming Technique. *Build. Acoust.* **2016**, *23* (3–4), 131–143. <https://doi.org/10.1177/1351010X16661564>.
- (5) Alimadadi, M.; Uesaka, T. 3D-Oriented Fiber Networks Made by Foam Forming. *Cellulose* **2016**, *23* (1), 661–671. <https://doi.org/10.1007/s10570-015-0811-z>.
- (6) Timofeev, O.; Jetsu, P.; Kiiskinen, H.; Keränen, J. T. Drying of Foam-Formed Mats from Virgin Pine Fibers. *Drying Technol.* **2016**, *34* (10), 1210–1218. <https://doi.org/10.1080/07373937.2015.1103254>.
- (7) Ferreira, E. S.; Dobrzanski, E.; Tiwary, P.; Agrawal, P.; Chen, R.; D. Cranston, E. Insulative Wood Materials Templated by Wet Foams. *Materials Advances* **2023**, *4* (2), 641–650. <https://doi.org/10.1039/D2MA00852A>.