cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Influência do ácido cítrico como agente reticulante natural em espumas de celulose e tanino

Fernanda Langone[1]; Marlon Bender Bueno Rodrigues[1]; Augusto Santos do Nascimento[1]; André Luiz Missio[1]; Amanda Dantas de Oliveira[1].

1- Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Introdução

A busca por materiais sustentáveis têm impulsionado o desenvolvimento de espumas biodegradáveis de celulose. Para superar algumas limitações como estabilidade e resistência mecânica, investiga-se a incorporação de aditivos biodegradáveis como estratégia de melhorar as propriedades desses materiais.



Figura 1. Representação espuma celulose, tanino e ácido cítrico.

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver espumas sustentáveis de celulose e tanino reticuladas com ácido cítrico, avaliando a influência de concentração do ácido cítrico sobre as propriedades finais do material.

Metodologia

As espumas foram preparadas utilizando gel de celulose (1%) como matriz fixa, ao qual foram adicionados tanino da marca SETA (fixado em 10%) e ácido cítrico em concentrações variáveis (0%, 3% e 7%). As misturas foram homogeneizadas em Ultra-Turrax (7000 rpm por 5 min), colocadas em moldes de silicone, congeladas e posteriormente liofilizadas por 72 horas.

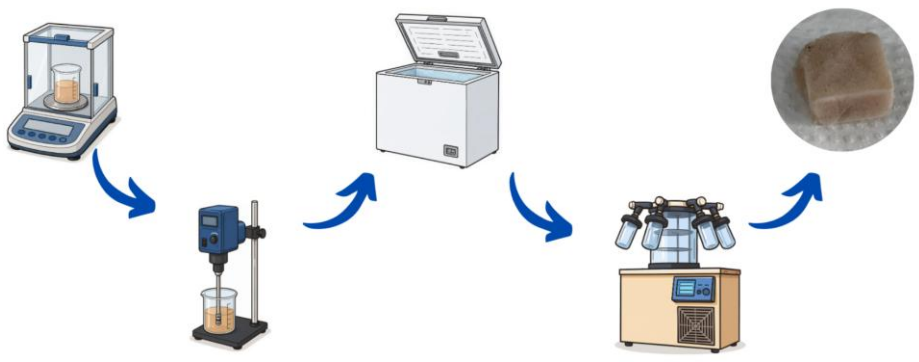


Figura 2. Fluxograma para a obtenção das espumas.

Agradecimentos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS RS-BRASIL
universidade federal de pelotas CDTec centro de desenvolvimento tecnológico
PPGCEM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS | UFPEL
LABORATÓRIO DE POLÍMEROS E MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS LABPMAT
CAPES

Resultados e Discussão

As análises de FTIR evidenciaram a reticulação por esterificação através do surgimento da banda em 1720 cm^{-1} (C=O), ocorrendo interações com as hidroxilas da matriz (3330 cm^{-1}) e do tanino (1618 cm^{-1}). O DRX confirmou a preservação da estrutura cristalina da celulose tipo I, com picos característicos em 16° e 22° mantidos em todas as concentrações, indicando que a reação ocorreu preferencialmente nas regiões amorfas. No MEV revelaram que o aumento no teor de ácido cítrico refinou a arquitetura interna das espumas obtidas por liofilização; a estrutura irregular e de paredes delgadas da amostra controle (0%) evoluiu para uma rede de poros altamente uniforme, estável e interconectada nas condições de 3% e 7%. Essa melhoria morfológica consolida a previsão de ganho em resistência mecânica esperada.

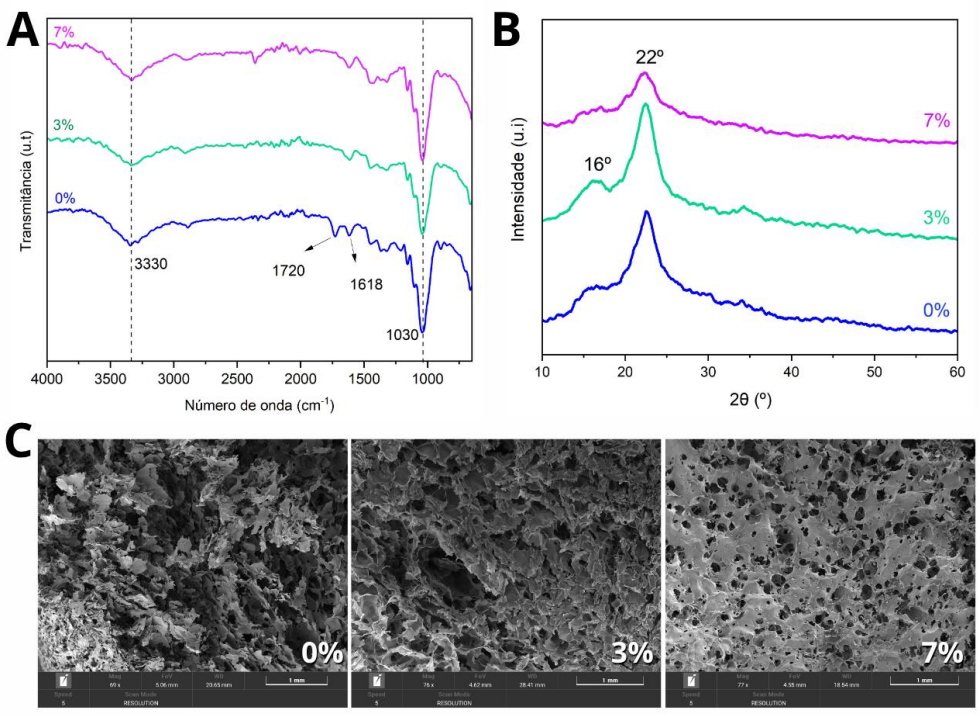


Figura 3. A) FTIR das espumas; B) DRX das espumas; C) MEV das amostras.

Conclusões

O ácido cítrico mostrou-se um agente reticulante eficiente, promovendo melhorias na estrutura das espumas de celulose e tanino sem alterar a cristalinidade da celulose. A reticulação favoreceu uma morfologia mais homogênea e estável, evidenciando um bom potencial.

Referências

CORDEIRO, L. A.; ZANCHIN, A.; COLUSSO, E.; et al. ***Bio-Based Nanocellulose Cryogels Modified with Tannin and Vanillin: Intermolecular Interactions and Functional Properties*.** Polymers, Basel, v. 18, n. 12, p. 1529, 2026. DOI: 10.3390/polym18121529.

NIU, X.; ZHU, H.; MHATRE, S.; BI, R.; YE, Y.; ROJAS, O. J. **Betulin Enables Multifunctional Cellulose-Based Insulative Foams with Low Environmental Impacts**. *ACS Nano*, Washington, DC, v. 18, n. 31, p. 20247–20257, 2024. DOI: 10.1021/acsnano.4c04011.

KANG, D. G. et al. **Citric Acid-Crosslinked Highly Porous Cellulose Nanofiber Foam Prepared by an Environment-Friendly and Simple Process**. *Global Challenges*, v. 6, n. 11, p. 2200090, nov. 2022.