

Membranas nanocompósitas aplicadas à nanofiltração de íons de metais pesados de águas residuárias

Rodrigo Costa Puerari (PG)¹, Karine Goulart de Oliveira (PG)¹, Denice Schulz Vicentini (PQ)¹, Silvia Pedroso Melegari (PQ)^{1,2}, William Gerson Matias (PQ)^{1*}

¹Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 88040-900 Florianópolis/SC.

²Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, 83255-976, Pontal do Paraná/PR..

william.g.matias@ufsc.br

Palavras Chave: Membranas poliméricas, nanofiltração, nanotubos de SiO₂, metais pesados, tratamento de água.

Abstract

Nanocomposite membranes applied to nanofiltration of heavy metal ions from wastewater

Enhanced PSF-based nanofiltration membranes with incorporation of pure and amine-functionalized SiO₂ nanotubes.

Introdução

Dentre os novos materiais desenvolvidos para purificação e reutilização da água¹, estão as membranas de nanofiltração (MNF), amplamente utilizadas em aplicações industriais no tratamento de água para remoção diversos micropoluentes^{2,3}. A nanofiltração (NF) apresenta vantagens como operação em pressões menores que as utilizadas na osmose reversa, fluxos elevados de permeação, retenção de íons multivalentes e moléculas orgânicas, além dos reduzidos custos de investimento, operação e manutenção⁴. A adição de nanoestruturas de SiO₂ em MNF elevam sua estabilidade térmica, química e mecânica, capacidade anti-incrustação e a hidrofobicidade, além de melhorar a permeação da membrana sem perder sua eficiência³. Os nanotubos de SiO₂ (SiO₂NT) possuem forma tubular contendo uma cavidade oca com poucas dezenas de nanômetros, morfologia de interesse para as MNF. Além disso, quando amino-funcionalizados (SiO₂@NH₂NT) os NT podem ter incremento de suas propriedades. Com o aumento da aplicação de nanoestruturas de SiO₂, faz-se necessário a avaliação toxicológica destas a fim de evitar possíveis impactos adversos para os seres humanos e meio ambiente⁵.

Neste trabalho, SiO₂NT foram amino-funcionalizados e incorporados em MNF de dupla camada de polissulfona e quitosana (PSF/CS). Os NTs e as MNF foram caracterizadas por técnicas espectroscópicas, físico-químicas, morfológicas e submetidas à avaliação toxicológica pelo ensaio do MTT (brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio) com linhagem de células *Vero*. Estas MNF também serão avaliadas pelo teste de rejeição de Ag⁺, Cu²⁺, Zn²⁺ e Cr³⁺, em sistema de NF tipo *dead-end*.

Resultados e Discussão

A amino-funcionalização dos SiO₂NT foi confirmada por espectroscopia no infravermelho, em

que as bandas características dos grupos funcionais da molécula funcionalizante foram identificadas nos espectros dos SiO₂@NH₂NT. Outros indícios da funcionalização são apresentados na Tab. 1, onde tanto os valores de pH quanto o potencial zeta (ζ) das soluções de NT mostraram o efeito da amino-funcionalização, elevando o pH e mudando o sinal do potencial. Os SiO₂@NH₂NT apresentam menor estabilidade em água devido a modificação da superfície do SiO₂NT.

Tabela 1. Valores de pH e ζ medidos em soluções com 250 mg/L e EC₅₀ para os nanotubos.

Nanotubos	pH	ζ (mV)	EC ₅₀ (g/L)
SiO ₂ NT	5,86	-31,52 ± 0,61	4,40
SiO ₂ @NH ₂ NT	8,06	+8,38 ± 0,97	3,36

Os resultados de toxicidade foram expressos em termos de EC₅₀ (Concentração efetiva à 50% da população exposta), e demonstraram que os SiO₂NT apresentaram menor toxicidade quando comparado aos SiO₂@NH₂NT, contrariando o estabelecido pela literatura disponível⁶. Estudos mais aprofundados estão sendo realizados para comprovar os resultados de toxicidade obtidos.

Testes preliminares de fluxo de permeação com água ultrapura para a membrana de PSF com 2% de SiO₂NT em pressões variando de 2-6 bar resultou no aumento médio do fluxo de até 75%. Para pressões superiores a 6 bar esse aumento superou 85%. Esses resultados estão sendo verificados, pois pressões muito elevadas podem danificar os poros da membrana.

Conclusões

As caracterizações dos SiO₂NT confirmaram a amino-funcionalização e os SiO₂@NH₂NT apresentaram maior potencial tóxico. A incorporação de SiO₂NT na membrana de PSF elevou a hidrofobicidade e o fluxo de permeação. Os testes toxicológicos e de rejeição aos íons metálicos ainda estão em andamento.

Agradecimentos

CNPq, CAPES.

¹Yin, J., Deng, B. *J. Memb. Sci.* **2015**, 479, 256.

²Dong, X., & cols. *Colloid Interface Sci.* **2016**, 463, 332.

³Jin, L., & cols. Sun, N., Ma, C., Liu, Y. *Desalination*, **2012**, 298, 34.

⁴Lv, Y., & cols. *J. Memb. Sci.* **2016**, 500, 265.

⁵Frujtier-Pölloth, C. *Toxicology* **2012**, 294, 61.

⁶Bhattacharjee, S. & cols. *Nanoscale*, **2013**, 5, 4870.