

MEMBRANAS DE POLISULFONA/DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS

Bruna Aline Araújo^{1*}; Edcleide Maria Araújo¹; Aline Florindo Salviano¹; Edson Antônio dos Santos Filho¹; Keila Machado de Medeiros¹

¹Univerisdade Federal de Campina Grande, *brunaline15@hotmail.com; edcleide.araujo@ufcg.edu.br; alineflorindo@outlok.com; edson.a.santos.f@gmail.com; keilamachadodemedeiros@gmail.com

Introdução

A implementação de tecnologias mais limpas e pesquisas em tratamento de águas são os caminhos para minimizar os impactos causados ao meio ambiente e melhoria dos recursos hídricos e, conseqüentemente, econômico e social de uma região. Uma tendência mundial é o desenvolvimento de processos que utilizem com grande eficiência os insumos, maximizem o reuso de água, minimizando o gasto energético e a emissão de efluentes (COSTA, 2011).

As membranas são definidas como sendo barreiras seletivas que atuam como uma espécie de filtro, separando duas fases, podendo restringir total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas presentes nas fases. Além disso, são capazes de promover separações onde os filtros comuns não são eficientes (HABERT, BORGES e NÓBREGA, 2006).

Os materiais e os métodos empregados nas etapas de preparo das membranas desempenham um papel determinante nas suas propriedades desejáveis (permeabilidade, seletividade, resistência mecânica, estabilidade térmica, resistência química e resistência à formação de incrustações). As membranas inorgânicas apresentam maior vida útil do que as membranas orgânicas. Entretanto, em virtude da maior versatilidade em se obter diferentes morfologias e de apresentarem menor custo, as membranas poliméricas são as mais utilizadas, apresentando perspectivas significativas de crescimento em termos mercadológicos (BAKER, 2004).

A inversão de fases é o método mais utilizado para a obtenção de membranas poliméricas microporosas, que são produzidas por precipitação de uma solução polimérica espalhada como um filme fino ou extrusada como uma fibra oca, e posterior precipitação em um banho de não-solvente. A membrana é formada pela desestabilização da solução e precipitação do polímero. Esta técnica nos permite ampla variação morfológica a partir de pequenas variações feitas nos parâmetros utilizados durante o processo de preparação das membranas (PEREIRA e CARVALHO, 2007; ANADÃO, 2010). O objetivo deste trabalho foi desenvolver membranas de polisulfona/dióxido de titânio para o tratamento de águas.

Metodologia

Materiais

O dióxido de titânio (TiO₂) foi o P-25, identificado como Aeroxide® com grau de pureza de 99,5% em forma de pó fino fornecido pela Evonik Degussa, que consiste em 70% da fase anatase e 30% da fase rutilo. A fase anatase apresenta uma densidade de 3,894 g.cm⁻³ e a fase rutilo possui uma densidade de 4,52 g.cm⁻³. A matriz polimérica empregada foi a polisulfona UDEL P3500 LCD MB7, fabricado pela Solvay, com massa molar entre 77.000 g/mol e 83.000 g/mol e densidade relativa de 1.2, segundo ASTM D 792. O solvente utilizado 1-Metil 2-Pirrolidona (NMP) com 99,5% de pureza, comprado da empresa Synth, foi utilizado como solvente para dissolver a polisulfona e os seus nanocompósitos para obtenção das membranas. A Glicerina P.A(Glicérol C₃H₅(OH)₃) com grau de pureza de 99,5%, massa molar 92,09 g/mol, adquirido pela Vetec Química Fina Ltda.

Preparação das membranas

Antes de iniciar a preparação, o polímero foi colocado para secar em uma estufa a 80°C por um período de 24 horas para eliminação de água adsorvida. Depois de retirado da estufa, foi colocado em uma estufa a vácuo na temperatura ambiente para evitar absorção de umidade. O dióxido de titânio já estava preparado para utilização, foram preparados quatro tipos de membranas sendo elas: a polisulfona pura, polisulfona com 1% , 3% e 5% de TiO₂.

As membranas foram obtidas pelo método de inversão de fases, onde a solução é colocada em uma placa de vidro, e espalhada com um bastão de vidro sob a placa. Em seguida, a placa é imersa em um banho contendo não-solvente imediatamente, no caso água destilada. As membranas permaneceram no banho até que sua precipitação fosse concluída.

Caracterização dos Materiais

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As fotomicrografias da morfologia das membranas foram realizadas por microscopia eletrônica de varredura utilizando o equipamento de marca TESCAN, modelo VEGA3 e tensão de 20 kV. Foram analisadas a superfície de topo e a secção transversal das membranas no Laboratório de Microscopia de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande DEM/UFCG.

Medidas de Fluxo

Para os ensaios de medidas de fluxo contínuo da água destilada foi utilizada uma célula de filtração perpendicular com uma área efetiva de aproximadamente 13,0 cm², acoplada a um sistema de filtração, que foi utilizado para medir o permeado. As membranas foram submetidas aos testes de permeabilidade nas pressões (0,5 e 1,0 bar) para evitar a deformação das membranas. As coletas do permeado foram realizadas num intervalo de 1 em 1 minuto, por um período total de 60 min para cada membrana totalizando 60 coletas. As análises de medidas de fluxo foram realizadas Laboratório de Desenvolvimento de Membranas UAEMA/UFCG.

Resultados e discussão

A membrana de PSU pura apresentou uma estrutura morfológica com uma camada densa na sua superfície, para o aumento estudado. Além disso, é possível observar uma seção transversal com espessura de 32,8 µm, seguida de uma estrutura com formato de fingers e a presença de aglomerados ao longo da sua seção transversal.

A adição de 1, 3 e 5% em peso de TiO₂ na membrana de PSU promoveu a formação de uma estrutura com pequenos poros e a presença de aglomerados ao longo de sua camada superficial. Além disso, a adição das nanopartículas de TiO₂ promoveu um aumento na espessura destas membranas híbridas quando comparadas com a membrana de PSU pura, que podem ser observadas pelas suas seções transversais. Resultado semelhante foram obtidos por Yang et al. (2006) que estudou o aumento do percentual de nanopartículas de TiO₂ em membranas de PSU, observando que ocorreu alterações nas suas propriedades reológicas, aumentando de maneira crescente a viscosidade da solução.

As medidas de fluxo permeado com água destilada para todas as membranas apresentaram inicialmente uma diminuição e, logo em seguida, a aproximadamente 30 minutos ocorreu uma estabilidade deste, possivelmente devido a uma compactação mecânica promovida pela pressão aplicada ou a um possível inchamento ocorrido nas membranas. Isto porque o polímero é higroscópico e com o passar do tempo a membrana absorve a água, diminuindo também o seu fluxo obtido.

De maneira geral, as membranas de PSU pura e seus respectivos híbridos com 1 e 5% de TiO_2 ilustraram maiores fluxos permeado nas pressões de 0,5 e 1 bar, devido a existência de uma pele filtrante menos densa. Além disso, apresenta uma interconectividade com a camada porosa pela presença de *fingers*. Porém, a membrana de PSU com 3% de TiO_2 apresentou um fluxo mais baixo na pressão de 1 bar se comparado com as demais membranas, provavelmente devido a existência de uma estrutura morfológica mais espessa com pele filtrante mais densa e a ausência de *fingers* que podem ter dificultado a passagem de água, reduzindo sua permeabilidade.

Conclusões

De maneira geral, membranas de PSU e PSU/ TiO_2 foram obtidas com sucesso. As membranas apresentaram potencial para serem aplicadas no tratamento de águas, onde podem-se destacar:

- A membrana de PSU pura apresentou uma estrutura morfológica com uma camada densa e pequena quantidade de poros na sua superfície, seguida de uma estrutura com formato de *fingers* e a presença de aglomerados ao longo da sua seção transversal.
- A adição de 1, 3 e 5% em peso de TiO_2 na membrana de PSU promoveu um aumento na espessura das membranas híbridas quando comparadas com a membrana de PSU pura, favorecendo assim maiores ângulos de contato.
- As membranas de PSU pura e seus respectivos híbridos com 1, 3 e 5% de TiO_2 ilustraram maiores fluxos permeado na pressão de 1 bar, devido à existência de uma pele filtrante menos densa. Além disso, apresentaram uma camada porosa pela presença de *fingers*.

Fomento

Os autores agradecem à Bentonit União Nordeste (BUN) pelo fornecimento da argila, à CAPES/PNPD, ao MCTI/CNPq, à PETROBRAS, ao PRH-25/ANP e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

- ANADÃO, P. **Ciência e Tecnologia de Membranas**. Artliber Editora Ltda. São Paulo, 2010.
- BAKER, R. W., **Membrane Technology and Applications**, Second Edition, ISBN: n0-470-85445-6 (Eletrônico), John Wiley & Sons Inc, 2004.
- COSTA, C. M. G. **Remoção de Metais Pesados de Efluentes Sintéticos Aquosos por Nanofiltração**. Dissertação de Mestrado em Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processo de Separação com Membranas**. 1a ed. Rio de Janeiro. E-papers Serviços Editoriais Ltda. 2006.
- PEREIRA, C. C; CARVALHO, R. B. **Preparo de Membranas Poliméricas**. Rio de Janeiro: PAM. Mini-curso proferido na II Escola Latino Americana de Membranas e Processos com Membranas - ELAM, 2007.
- YANG, Y.; ZHANG, H.; WANG, P.; ZHENG, Q.; LI, J. The influence of nano-sized TiO_2 fillers on the morphologies and properties of PSU UF membrane. ELSEVIER, **Journal of Membrane Science**. Volume 288. 2006. p. 231-238.