

MEMBRANAS POLIMÉRICAS E HÍBRIDAS APLICADAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

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

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

Introdução

O tratamento de águas e efluentes é comumente utilizado para diminuir 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 com grande eficiência os insumos, maximizem o reciclo de água de processo, minimizando o gasto energético e a emissão de efluentes (BARCELLOS e HENTZ, 2015).

Os processos de separação por membranas (PSM) utilizam como barreira seletiva membranas sintéticas e, por meio deste processo, é possível separar, concentrar e purificar substâncias, na qual estes tipos de membranas surgem como uma alternativa de se obter características semelhantes às membranas naturais, em particular quanto as suas características únicas de seletividade e permeabilidade (HABERT, BORGES e NÓBREGA, 2006).

A inversão de fases é o método mais utilizado para obtenção de membranas poliméricas, 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 (GARCIA-IVARS, WANG-XU e IBORRA-CLAR, 2017). O objetivo deste trabalho foi desenvolver membranas poliméricas híbridas pela técnica de inversão de fases aplicadas no tratamento de águas residuais.

Metodologia

Materiais

A argila utilizada para obtenção dos nanocompósitos foi a argila Brasgel PA, fornecida pela Indústria Bentonit União Nordeste (BUN), localizada em Campina Grande-PB. A capacidade de troca de cátions (CTC) é de 90meq/100g (método de adsorção de azul de metileno), com abertura de 74µm, passada em peneira ABNT n° 200.

A poliamida 6 B300 da Polyform, com viscosidade média que varia entre 140-160 mL/g sob a forma de grânulos de coloração branca foi utilizada como matriz polimérica.

O ácido fórmico PA com 98% de pureza, com massa molar média de 46,03 g/mol, fabricado pela Neon, foi utilizado como solvente para dissolver o polímero e os nanocompósitos para obtenção das membranas.

O sal utilizado como aditivo foi o cloreto de potássio (KCl) P.A, com massa molar média de 74,5513 g/mol, fabricado pela Vetec. O KCl foi incorporado nas membranas em diferentes tempos de exposição antes da precipitação.

Métodos

Preparação das Membranas

Antes de iniciar a preparação das membranas, a poliamida-6 pura e seus respectivos nanocompósitos com 1, 3, 5% em peso de argila, foram dissolvidas em ácido fórmico. As

soluções preparadas foram espalhadas, através de bastões de vidro com espaçamento de aproximadamente 0,1 mm, em placas de vidro, que foram colocadas imediatamente em um banho de não-solvente, no caso água destilada, na temperatura ambiente, de forma que as placas ficassem completamente submersas.

As membranas permaneceram no banho até que a precipitação fosse concluída. Logo após, as mesmas foram removidas das placas, lavadas com água destilada e posteriormente, submersas em uma mistura de 20% de glicerina com 80% de água destilada. As membranas utilizadas para realizar o ensaio de medidas de fluxo permaneceram submersas na mistura de água destilada com glicerina até que efetivamente fosse realizado o ensaio. Por fim, serão secas à temperatura de 26°C e umidade relativa de 51%. O objetivo do armazenamento em água com glicerina foi para evitar o colapso dos poros devido às forças capilares existentes para a secagem em água.

O sal inorgânico KCl foi utilizado como aditivo em diferentes percentuais (5, 10 e 20%) e diferentes tempos de exposição (0, 30, 60, 120 e 180 e 300 s) antes da precipitação, com o intuito de variar a sua estrutura e escolher a morfologia mais adequada.

Caracterização dos Materiais

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As análises de microscopia eletrônica de varredura foram obtidas no equipamento Vega 3 - Tescan do Laboratório de Microscopia Eletrônica do DEM/UFCG. Foram avaliadas a superfície de topo e a seção transversal de todas as membranas obtidas. Para análise da seção transversal, as amostras foram fraturadas em nitrogênio líquido para assim evitar sua deformação plástica. As membranas foram recobertas com ouro (“sputtering” – Metalizador Shimadzu – IC-50), utilizando-se uma tensão de 15 kV e corrente de 4 mA por um período de 3 minutos.

Ângulo de Contato

As análises de ângulo de contato foram realizadas pelo método da gota cativa para quantificar o ângulo de contato (θ) das membranas obtidas, através da análise de imagem no programa Angle Calculator de um equipamento de Ângulo de Contato portátil, modelo Phoenix-i da Surface Electro Optics – SEO. Neste método, o Phoenix 50 foi posicionado diretamente em cima da superfície a ser analisada. Uma gota de água de aproximadamente 5 μ L de volume é colocada manualmente de forma suave sobre a superfície das membranas que tiveram seus ângulos medidos. Foram registradas 20 imagens de uma mesma gota dispostas sob as superfícies das membranas para obtenção da média dos ângulos obtidos em um período de 200 segundos.

Resultados e discussão

Nas fotomicrografias obtidas por MEV, foram observados poros uniformemente distribuídos na superfície e na seção transversal uma camada seletiva (pele filtrante) na parte superior uma camada porosa na parte inferior, sendo observado também uma variação no tamanho dos poros ao longo de sua espessura, na qual nas membranas de poliamida 6 pura foram vistas estruturas com poros menores e de maneira uniforme em maior quantidade. De maneira geral, a adição da argila proporcionou uma modificação morfológica na sua superfície, apresentando uma estrutura com poros maiores e de formatos diferenciados, distribuídos de maneira não uniforme, se comparado com a membrana de PA6 pura, como também observado por Maia (2008).

Nas seções transversais das membranas de nanocompósitos, a adição da argila propiciou um

aumento na espessura das membranas. Contudo, na membrana de PA6/3% de argila/20% KCl, houve uma diminuição na sua espessura. Provavelmente, essa pequena variação ocorreu por se tratar de um trabalho manual na obtenção destas membranas.

No ângulo de contato, notou-se que as membranas apresentaram superfície hidrofílica, devido aos ângulos estarem na faixa de $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$. O maior ângulo de contato se dá pela ação da argila, atuando como agente nucleante, aumentando o caminho tortuoso por onde a argila foi dispersa, sendo assim a adsorção de água diminui como consequência e o ângulo de contato aumenta.

Como a argila também é hidrofílica, com o aumento da porcentagem da mesma nas membranas, aumenta de forma proporcional à adsorção de água e conseqüentemente a diminuição do ângulo de contato. Esses resultados também foram encontrados por Medeiros (2014). Contudo, a membrana contendo 5% de argila apresentou um aumento discreto na hidrofilicidade em comparação com a membrana de PA6 pura, provavelmente devido a argila ter atuado como agente porogênico, absorvendo uma maior quantidade de água nesta membrana.

Conclusões

A adição da argila proporcionou uma modificação morfológica na sua superfície, apresentando uma estrutura com poros maiores e de formatos diferenciados, distribuídos de maneira não uniforme. Na membrana de PA6/3% de argila/20% KCl, houve uma diminuição na sua espessura, provavelmente advinda da obtenção manual das membranas. No ângulo de contato, notou-se que as membranas apresentaram superfície hidrofílica, devido aos ângulos estarem na faixa de $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$. A membrana contendo 5% de argila apresentou um aumento discreto na hidrofilicidade em comparação com a membrana de PA6 pura, provavelmente devido a argila ter atuado como agente porogênico.

Fomento

Agradecimento à Bentonit União Nordeste pelo fornecimento da argila, ao Laboratório de Desenvolvimento de Membranas/CCT/UFCG, à CAPES/PNPD, ao MCTI/CNPq, à PETROBRAS, ao PRH-25/ANP e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

- BARCELLOS, A. L.; HENTZ, P. Tecnologias para reutilização de Águas Residuárias. **Gestão e Desenvolvimento em Contexto**, v. 4, p. 16–31, 2015.
- HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**. Serviços Editoriais Ltda, ISBN 85-7650-085-X, 2006.
- GARCIA-IVARS, J.; WANG-XU, X.; IBORRA-CLAR, M. Application of Post-Consumer Recycled High-Impact Polystyrene in the Preparation of Phase-Inversion Membranes for Low-Pressure Membrane Processes. **Separation and Purification Technology**, v. 175, p. 340–351, 2017.
- MAIA, L. F. **Desenvolvimento de Nanocompósitos de Nylon6 para Aplicação em Membranas para Separação Óleo/Água**. 105 f. Monografia da ANP/PRH-25 apresentada ao Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- MEDEIROS, K. M. **Membranas Microporosas Híbridas de Poliamida Aplicadas no Tratamento de Emulsões Oleosas da Indústria Petrolífera**. 185 f. Tese de doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.