

TRATAMENTO DE ÁGUAS NO SEMIÁRIDO POR MEIO DE MEMBRANAS DE POLIAMIDA

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

¹Universidade Federal de Campina Grande; *alineflorindo@outlook.com

Introdução

Os processos comuns de separação incluem métodos químicos, centrifugação, ultracentrifugação, tratamentos térmicos, entre outros. Cada um desses processos têm sérias limitações, sejam de ordem energética, de tratamentos térmicos e mecânicos, ou seja, de ordem química, pois tratamentos como a demulsificação necessitam de uma posterior remoção dos aditivos. Processos que vem recebendo crescente atenção devido à sua eficiência energética, o fato de ser uma tecnologia limpa, a simplicidade de operação, a vasta aplicabilidade, a possibilidade de combinação com outros processos, são os que utilizam membranas como princípio ativo de seu funcionamento (MEDEIROS et al., 2013).

As membranas sintéticas 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).

As poliamidas são materiais de alta resistência à tração, resistência à abrasão, excelente resistência à fadiga, baixo coeficiente de atrito e boa tenacidade. Este polímero vem sendo utilizado em matrizes de nanocompósitos, onde têm apresentado boas propriedades, tais como: melhores propriedades mecânicas, térmicas, de barreira, retardância à chama e estabilidade dimensional a baixos níveis de carga, quando comparados à matriz pura (MEDEIROS et al., 2017). Diante dessas características, as poliamidas estão sendo utilizadas para obter membranas poliméricas com excelentes propriedades. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver membranas de poliamida para o tratamento de águas geradas no semiárido.

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 74 μ m, 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. Foi adicionado 20% de KCl nas membranas com o tempo de exposição de 180s 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 0,1 mm, em placas de vidro, que foram colocadas imediatamente em um banho de não-solvente (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, foram 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.

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/UFCEG. 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.

Medida de fluxo

Os ensaios de fluxo de água foram realizados em uma célula de filtração perpendicular (célula Amicon 8200 de área efetiva igual a 27,8 cm²) do Laboratório de Desenvolvimento de Membranas UAEMa/UFCG. As membranas foram submetidas ao teste sob pressão de 3 bar.

Permeação a vapor

As medidas de permeação ao vapor d’água foram realizadas de acordo com a norma ASTM E96, onde foram utilizados recipientes com água destilada. As membranas foram fixadas na superfície dos recipientes e estes foram depositados em um ambiente com temperatura e umidade controladas, por um período de 1 semana. Foram utilizadas três amostras de cada composição. Esta análise foi realizada no Laboratório de Desenvolvimento de Membranas UAEMa/UFCG.

Resultados e discussão

Nas fotomicrografias obtidas por MEV (Figuras de 1 a 4), 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.

Figura 1. Fotomicrografias obtidas por MEV da superfície de topo da PA6 pura/20% KCl (a) superfície e (b) seção transversal.

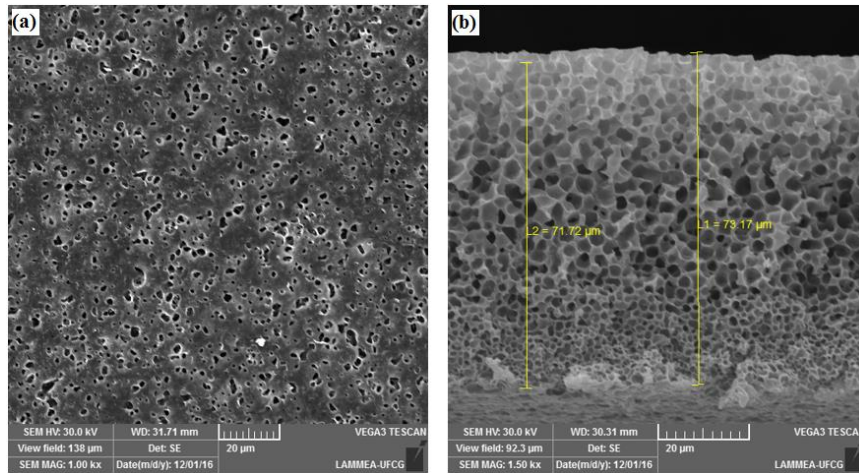


Figura 2. Fotomicrografias obtidas por MEV da superfície de topo da PA6/1% argila/20% KCl (a) superfície e (b) seção transversal.

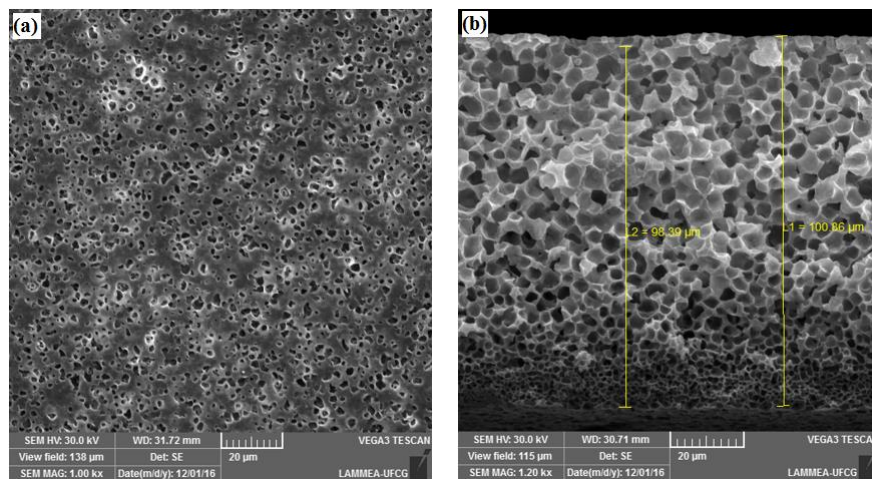


Figura 3. Fotomicrografias obtidas por MEV da superfície de topo da PA6/3% argila/20% KCl (a) superfície e (b) seção transversal.

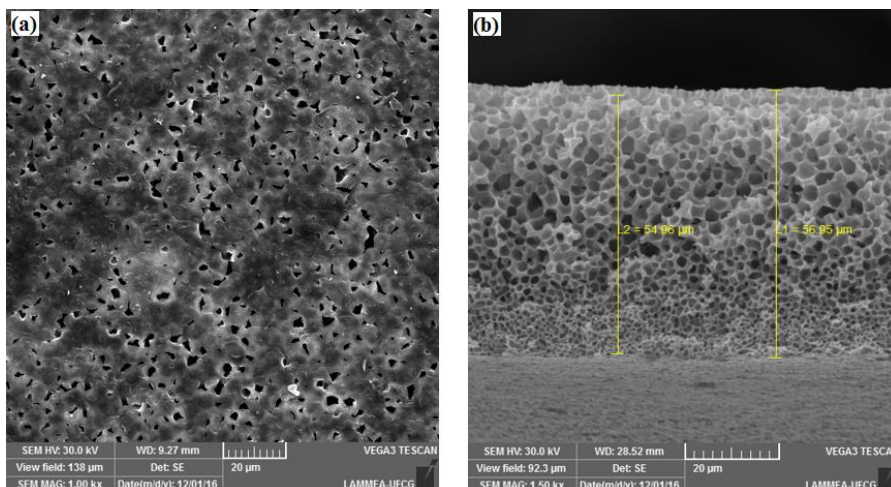
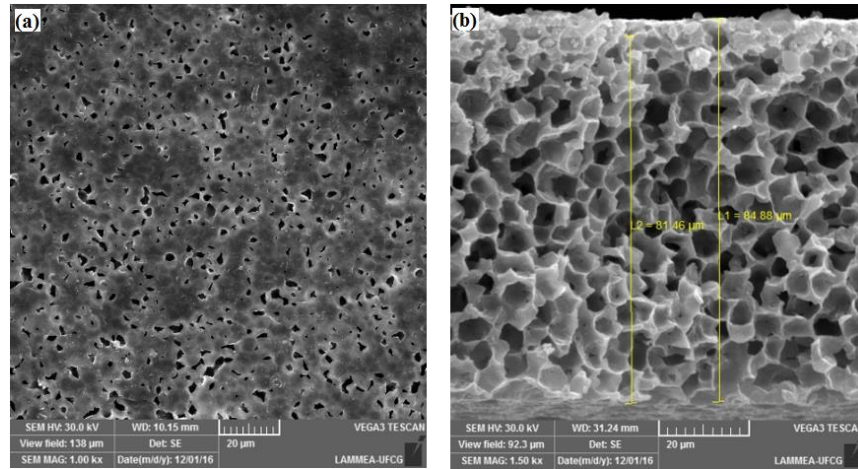
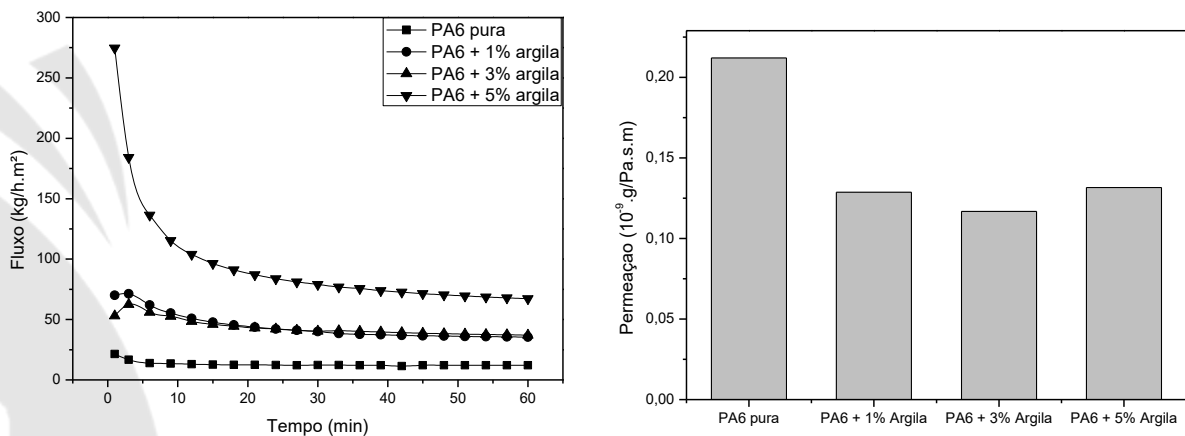


Figura 4. Fotomicrografias obtidas por MEV da superfície de topo da PA6/5% argila/20% KCl (a) superfície e (b) seção transversal.



A Figura 5 (a) ilustra o teste de medida de fluxo mássico para as membranas de PA6 pura e de seus nanocompósitos, onde cada membrana foi testada na pressão de 3 bar. Além disso, verificou-se que para as membranas de 1, 3 e 5% de argila ocorreu uma estabilização com 30 minutos de teste, entretanto, a PA6 pura estabilizou-se mais rapidamente, com 5 minutos de teste, devido a uma compactação mecânica promovida pela pressão aplicada ou a um inchamento ocorrido nas membranas. Comportamento semelhante também foi reportado por Medeiros et al. (2013), Kojuch (2013) e Leite et al. (2014). A Figura 5 (b) está apresentado os valores para a permeação a vapor d'água. A membrana de PA6 pura apresentou um maior valor de permeação a vapor de água quando comparada com as membranas com argila, devido ao caráter hidrofílico da poliamida 6.

Figura 5. (a) Curvas de fluxo de água destilada das membranas de PA6 e seus nanocompósitos com 3 bar de pressão (b) Permeação a vapor d'água para as membranas de PA6 e dos nanocompósitos.



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. Na medida de fluxo, ocorreu a compactação mecânica, devido o contato das membranas com a água provocar uma diminuição gradativa dos poros, diminuindo assim a sua permeabilidade, sendo o inchamento intrinsecamente relacionado com as características hidrofílicas deste material. Na permeação ao vapor, observou-se que a adição de argila propiciou uma diminuição na permeação, atuando como agente nucleante e aumentando as suas propriedades de barreira.

Referências Bibliográficas

- HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**. Serviços Editoriais Ltda, ISBN 85-7650-085-X, 2006.
- KOJUCH, L. R. **Membranas Poliméricas Obtidas a partir de Nanocompósitos de PA6.6/Argila Montmorilonítica pela Técnica de Inversão de Fases**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- LEITE, A. M. D.; ARAÚJO, E. M.; LIRA, H. L.; PAZ, R. A.; MEDEIROS, V. N. Obtenção de Membranas Microporosas a partir de Nanocompósitos de Polimida 6/Argila Nacional. Parte 2: Avaliação Microestrutural e de Permeabilidade das Membranas Obtidas. **Polímeros**, v. 24, p. 72–79, 2014.
- 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.; MORAIS, D. D. S.; KOJUCH, L. R.; ARAÚJO, E. M.; LIRA, H. L. Avaliação do Comportamento Térmico de Membranas Planas de Poliamida/Argila Obtidas pela Técnica de Inversão de Fases. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 8, p. 36–43, 2013.
- MEDEIROS, K. M.; ARAÚJO, E. M.; LIRA, H. L.; LIMA, D. F.; LIMA, C. A. P. Hybrid Membranes of Polyamide Applied in Treatment of Waste Water. **Materials Research**, v. 20, p. 1–9, 2017.