

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANA INORGÂNICA COM PROPRIEDADES PARA REMOÇÃO DE CORANTE AMARELO REATIVO BF – 3R

Fabiana Medeiros do Nascimento Silva¹; Rondinele Nunes de Araújo²; Antonielly dos Santos Barbosa³, Rochélia S. S. Cunha⁴, Meiry Glauca Freire Rodrigues⁵

¹Universidade Federal de Campina Grande, fabymedeirosquimica@hotmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande, rondinele_nunes@hotmail.com

³Universidade Federal de Campina Grande, antoniellybarbosa@yahoo.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande, rocheliachel@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Campina Grande, meirygfr@hotmail.com

Introdução

Corantes apresentam estruturas complexas, aromáticos tóxicos, não-biodegradáveis, cancerígenos que geralmente são utilizados como corantes em muitas indústrias como a indústria do papel, impressão, couro, plástico e alimentos. Estas águas residuais industriais são descartadas com grandes quantidades de corantes em fontes de água próximas as indústrias que, por sua vez, poluem os sistemas aquáticos inteiros (Jothirani et al., 2016).

Uma das maiores preocupações ambientais com os corantes é a sua absorção e reflexão da luz solar que entra no corpo aquífero, o que interfere no crescimento de bactérias a níveis insuficientes de degradação biológica na água, resultando em um desequilíbrio ecológico (Unuabonah et al., 2008). Além disso, é difícil tratar os efluentes industriais com corantes, devido às suas propriedades inertes e alto investimento em determinados tratamentos. Os efluentes industriais que contêm corantes em alta concentração geram graves problemas de saúde em seres humanos podendo levar a câncer, tumores, icterícia, alergias, irritação da pele e mutações (Bingjie et al., 2013).

Os corantes contidos em águas residuais são muito difíceis de tratar, uma vez que os corantes são moléculas orgânicas recalcitrantes, resistentes à digestão aeróbia e são estáveis à luz, calor e agentes oxidantes. A cor é o primeiro contaminante reconhecido nestas águas residuais (Crini., 2006). Algumas técnicas de remoção úteis estão sendo utilizadas: adsorção em materiais como o carvão ativado, degradação física e química, oxidação de Fenton, degradação eletroquímica e ozonização (Fardjaouia et al., 2017), porém são processos onerosos.

Os processos de separação por membrana, também conhecidos como osmose reversa, nanofiltração e ultrafiltração tornaram-se conhecidos devido à sua simplicidade e à sua elevada eficiência de separação seletiva (Hauser, 2011).

Portanto, processos de baixo custo devem ser investigados para realizar a remoção de corantes, uma vez que é uma prática acessível e sustentável e conduz à universalização deste tipo de tratamento de águas residuais. Uma possível fonte de materiais de baixo custo e com excelentes características adsorventes, que pode conduzir a uma solução bem sucedida, são as argilas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a remoção do corante reativo (amarelo BF-3R) a partir de uma membrana inorgânica preparada com a argila (Bofe).

Metodologia

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV), localizado na Unidade Acadêmica de Engenharia Química, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UAEQ/CCT/UFPG). Para a realização dos experimentos foi preparada uma membrana inorgânica a partir da argila Bofe (fornecidas pela Indústria Bentonit União Nordeste (BUN) e pela empresa BENTONISA) e o corante amarelo reativo BF-3R fornecido pela Texpal.

Preparação da Membrana Inorgânica

A argila Bofe natural policatiônica, foi peneirada em peneira ABNT#200. Foram pesadas 3 gramas desta argila e colocada em um molde de aço inoxidável onde foi prensada em uma prensa mecânica com 4 toneladas/2 min, dando origem a membrana inorgânica plana em forma de disco, com as seguintes dimensões: 26 mm de diâmetro e 4 mm de espessura. Nesta etapa do processamento se efetua simultaneamente, a conformação e a compactação do pó da argila. Após as membranas prensadas, estas foram levadas a sinterização em forno mufla a 500°C sob uma taxa de aquecimento de 5°C min⁻¹ durante 2 horas.

Difração de raios-X (DRX)

Os difratogramas foram obtidos utilizando o método de pó, empregando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação CuK α tensão de 40 kV, corrente de 30 mA, passo de 0,02°, tempo por passo de 1,0s e velocidade de varredura de 2°/min, nos intervalos de 2 θ entre 3° e 50°.

Remoção do corante em sistema contínuo de separação por membrana

A separação por membranas é uma das tecnologias de tratamento eficientes para a rejeição do corante das águas residuais. A solução de corante amarelo reativo BF-3R utilizada foi preparada com concentração de 50 mg.L⁻¹ (50 ppm) e corrigida com pH 1, em função dessa argila apresentar maior eficiência de capacidade de remoção nesse pH (SILVA et al., 2016). Para obter o pH da solução do corante fixado em 1, foram utilizadas soluções de ácido clorídrico 2 M. Para avaliar o potencial da membrana inorgânica produzida a partir da remoção do corante amarelo reativo BF-3R, a solução do corante foi alimentada ao sistema de separação por membrana, nas condições de temperatura de 25°C e pressão de 4 bar. O aparato experimental utilizado consiste de uma bomba peristáltica - Cole Parmer (bomba de alimentação) e um módulo de permeação de aço inoxidável (onde se encontra a membrana) constituindo o sistema de separação. O volume do permeado produzido após a passagem da alimentação no módulo de separação (em regime tangencial), a cada 15 min, durante 75 min, foi recolhido em um Becker e medido, para a possível avaliação do fluxo, conforme a Equação 1:

$$J = V/(A \cdot t) \quad (1)$$

Em que: J = Fluxo (L/m².h); V = volume (L); A = área da membrana (m²); t = tempo (h).

A concentração de corante no permeado foi medida em um Espectrofotômetro de UV – Visível, a fim de avaliar a concentração remanescente do corante após o processo de separação. O coeficiente de rejeição (R%), é exposto na equação 2:

$$\% Rem = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) * 100 \quad (2)$$

Em que: R%: Coeficiente de rejeição; C₀ é a Concentração da solução inicial, em mg.L⁻¹; C é a Concentração da solução final, em mg.L⁻¹.

Resultados e discussão

Difração de Raios-X

A argila Bofe natural policatiônica natural foi caracterizada a partir da análise por DRX. Identificou-se que a argila bofe natural apresenta reflexão em aproximadamente 5,55°, característico do grupo da esmectita (Souza Santos, 1992), com espaçamento basal (d₀₀₁) de 1,59 nm que é característico de uma montmorilonita hidratada. Outros picos também são observados e referem-se a minerais não esmectíticos como é o caso do quartzo que se apresenta como impureza.

A membrana inorgânica produzida a partir do processo de conformação, compactação e sinterização (500°C) da argila bofe natural foi caracterizada por DRX. Constatou-se uma diminuição característica do pico da esmectita, assim como um deslocamento, estando refletido em 8,9° com

espaçamento basal de 1,00 nm. Pode-se evidenciar que a estrutura cristalina da argila após compactada, conformada e sinterizada a 500°C foi preservada.

Remoção do corante em sistema contínuo de separação por membrana

Conforme os dados avaliados a partir da análise por espectrofotometria de UV-visível dos volumes permeados durante 75 min totais, com intervalos de 15 min, para o sistema de separação por membrana inorgânica (preparada a partir da argila bofe).

Os resultados dos coeficientes de rejeição foram 83,68% para 15 min, 91,32% para 30 min, 92,06% para 45 min, 92,46% para 60 min e 92,60% para 75 min. Observa-se um aumento no valor do coeficiente de rejeição com o tempo, atingindo o equilíbrio em 45 min.

A partir do processo de separação por membrana inorgânica também foi possível avaliar o fluxo na membrana com o tempo, verificando-se que não houve variação do fluxo, mantendo-se constante durante todo o processo de separação.

Conclusões

De acordo com os resultados avaliados é possível concluir que a membrana inorgânica obtida a partir da argila Bofe natural policatiônica foi preparada com sucesso, sendo confirmada a partir da análise por Difração de raios X, evidenciando que mesmo após a sinterização a 500°C a estrutura do material não foi destruída. Como conclusão, a membrana inorgânica membrana inorgânica (preparada a partir da argila bofe) utilizada na separação do corante amarelo em sistema contínuo é promissora.

Palavras-Chave: Membrana inorgânica; Argila Bofe; Corante amarelo reativo BF-3R.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras pelo apoio financeiro e a CAPES pelas bolsas concedidas.

Referências

Bingjie, L. Dongfeng, W. Guangli, Y. Xianghong, M.. Adsorption of heavy metal ions, dyes and proteins by chitosan composites and derivatives—a review. J. Ocean Univ. China (Oceanic and Coastal Sea Research), 12, 500–508, 2013.

Crini, G. Non-conventional low cost adsorbents for dye removal: a review Bioresource Technology, 97, 1061–1085, 2006.

Fardjaouia, Nor-El-Houda., Berrichia, F. Z. E., Ayarib, F. Kaolin-issued zeolite A as efficient adsorbent for Bezanyl Yellow and Nylomine Green anionic dyes. Microporous and Mesoporous Materials. 243, 91–101, 2017.

Hauser, P.J., Advances in Treating Textile Effluent. InTech, Rijeka, Croatia. 2011.

Jothirani, R. Kumar, P.S. Saravanan, A. Narayan, A.S. Dutta, A. Ultrasonic modified corn pith for the sequestration of dye from aqueous solution. J. Ind. Eng. Chem., 39, 162–175, 2016.

Souza Santos, P. Ciência e Tecnologia de Argilas, v. 1, 2ª Ed., Ed. Edgard Blucher. Vol. 2, 3, 1992.

Unuabonah, E.I. Adebowale, K.O. Dawodu, F.A. Equilibrium, kinetic and sorber design studies on the adsorption of aniline blue dye by sodium tetraborate-modified kaolinite clay adsorbent. Journal of Hazardous Materials, 157, 397–409, 2008 .