

## INFLUÊNCIA DE SAIS E CORANTES TÊXTEIS NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO POR MEMBRANAS DE CONTATO DIRETO

Regilene de Sousa Silva<sup>1</sup>

Bianca De Castro Santos<sup>2</sup>

Heloísa Bremm Madalosso<sup>3</sup>

Carlos Magno Tolentino Filho<sup>4</sup>

Cintia Marangoni<sup>5</sup>

**Reaproveitamento, Reutilização e**

**Tratamento de Resíduos**

### *Resumo*

As principais fontes de águas residuais geradas pela indústria têxtil originam-se nas etapas tingimento, devido a grande variedade de corantes e auxiliares químicos que são usados. Esses processos geram efluentes com alta complexidade química e com baixa degradação. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de soluções sintéticas de sais e corante têxteis no processo de destilação por membranas de contato direto. Vale destacar que os processos de DM são largamente estudados com sais, porém não combinados com corantes. Foram realizadas soluções sintéticas de corante Preto Reativo (PR), de sulfato de sódio e carbonato de sódio (barrilha). Nos experimentos DMCD utilizou-se uma membrana de politetrafluoroetileno (PTFE), e as condições operacionais do processo de destilação foram vazão de alimentação de 1,5 L.min<sup>-1</sup>, vazão de permeado de 0,5 L.min<sup>-1</sup> e temperatura de 60 °C. Os resultados indicaram que os sais (sulfato de sódio e barrilha) demonstraram interferir pouco no processo de destilação por membranas e obtiveram rejeição de 100%. Mostrando assim o potencial da DM para os processos que envolvam soluções salinas com corantes, e que a implementação da destilação por membranas após a etapa de tingimento na descarga da máquina seria então ideal para recuperar as grandes quantidades de águas residuais que são geradas nesta etapa e que contêm a maior quantidade poluentes.

Palavras-chave: Efluente têxtil; Tingimento; Preto Reativo; DMCD; Sais

<sup>1</sup> Aluno do Curso (Doutorado em Engenharia Química), UFSC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, regilenelena@hotmail.com.

<sup>2</sup> Aluno do Curso (Mestrado em Engenharia Química), UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, biancakaastro01@gmail.com.

<sup>3</sup> Aluno do Curso (Mestrado em Engenharia Química), UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química,, heloisa.madalosso@gmail.com.

<sup>4</sup> Aluno do Curso (Doutorado em Engenharia Química), UFSC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, carlosmtf@hotmail.com

<sup>5</sup> Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Química e Alimentos, cintia.marangoni@ufsc.br.

## INTRODUÇÃO

Elevadas quantidades de águas residuais são geradas no processo industrial têxtil com altas concentrações de sais, corantes e auxiliares químicos. A baixa biodegradabilidade e a complexa composição do efluente têxtil, torna-o um dos produtos mais difíceis de se tratar e recuperar decorrente do fato de que produtos químicos auxiliares, como cloreto de sódio e sulfato de sódio, são empregados para melhorar a exaustão e fixação do corante (VARADARAJAN; VENKATACHALAM, 2016).

Entre muitos corantes usados nos tingimentos, os reativos sintéticos são mais utilizados para tingimento de fibras de algodão. No entanto, altos níveis de sal são necessárias no tingimento reativo para atenuar as forças repulsivas eletrostáticas entre fibras e os corantes reativos. Dependendo da intensidade da cor (preto e/ou escuro) a concentração pode alcançar até 90 g/L. Dessa forma, os altos níveis de sal utilizados deixam o efluente do processo mais contaminado (KIM et al., 2017).

Nos últimos anos, a Destilação por Membrana (DM) surgiu como uma alternativa promissora para a recuperação de águas residuais têxteis. É um processo de separação por membrana, que permite que somente o vapor de água passe através de uma membrana hidrofóbica porosa. A DM é acionada pela diferença na pressão parcial de vapor entre as correntes de alimentação (quente) e de permeado (frio) (LIU et al., 2020).

Embora pesquisas anteriores mostrem que a aplicação do DM é muito atraente para o tratamento de águas residuais, a maioria das pesquisas são focadas no tratamento de águas salinas (dessalinização) (SHAO et al., 2019). Mais ainda, não avaliam a interação entre componentes da mistura. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi realizar uma avaliação de dois sais que são utilizados na indústria têxtil, visando estudar a influência destes combinado com corante reativo preto no processo de destilação por membranas.

## METODOLOGIA

As concentrações residuais de cada sal após o banho de tingimento compuseram as

soluções de alimentação. Estas concentrações foram reproduzidas em soluções sintéticas de água e sal, e água, sal e corante Preto Reativo (PR). No banho residual apenas com corante PR, a concentração é de  $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ . As concentrações da barrilha ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e do sulfato de sódio foram calculadas com base na estequiometria da reação com o corante PR, obtendo-se os valores de  $15,3 \text{ g.L}^{-1}$  e  $35,4 \text{ g.L}^{-1}$ , respectivamente.

Na Figura 1 é mostrado o diagrama esquemático do sistema DMCD usado no presente estudo. Uma membrana de Politetrafluoroetileno (PTFE) foi inserida em um módulo de membrana de folha plana. As soluções de alimentação (quente) e permeado (frio) foram circuladas em fluxo contracorrente. O aumento da massa no tanque de refrigerante foi determinado com uma balança, e o fluxo do permeado  $J$  ( $\text{kg.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ), foi calculado de acordo com equação apresentada na Figura 1, que se baseia na mudança de peso do permeado ao longo do tempo (4 h) (SILVA et al., 2020).

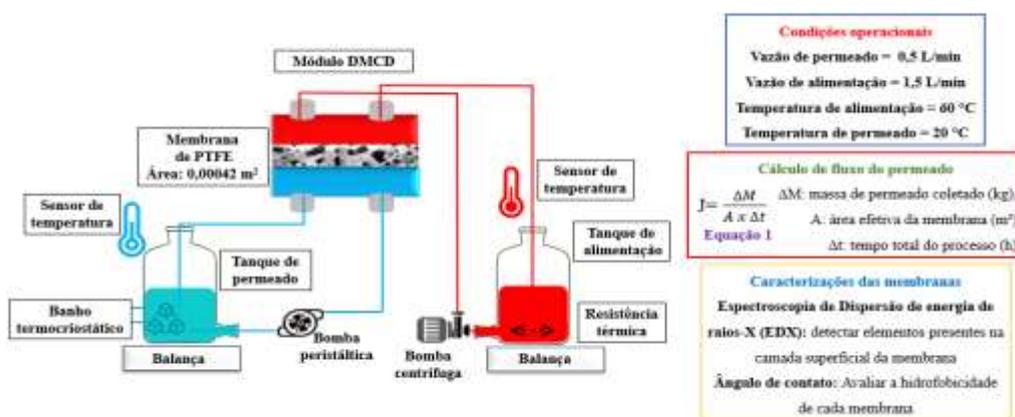


Figura 1: Esquema da unidade de DMCD com as características do processo e as caracterizações das membranas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2(a) é apresenta-se os dados obtidos para os fluxos de permeado das soluções sintéticas estudadas. Pode-se observar que não houve grande diferença nos dois valores de fluxo final dos dois sais, mesmo se tratando de sais diferentes, visto que a barrilha é um sal básico e o NaCl é neutro. Esse fato indica que não houve interação dos sais com a membrana devido às suas características iônicas.

Como mostrado na Figura 2(b), não foi verificada alteração relevante estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) no fluxo final quando é adicionado o corante PR nas soluções de sais, ou seja, a diminuição do fluxo quando na presença de corante não é significativa.

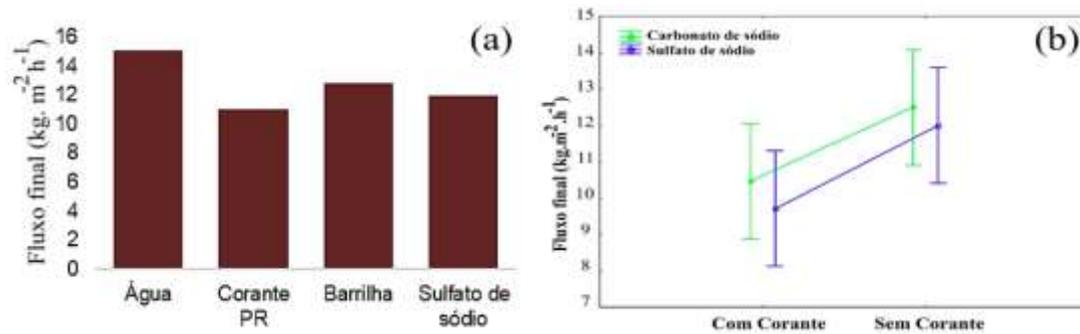


Figura 2: (a) Fluxo de permeado para água, corante PR, barrilha e sulfato de sódio e (b) análise estatística dos fluxos das soluções de carbonato de sódio e sulfato de sódio com e sem corante reativo.

Os processos que foram realizados com as soluções de água, sal e corante, obtiveram queda no fluxo final de permeado quando comparados com aqueles sem a presença dos sais. Esses resultados podem ser explicados pela concentração de soluto, a concentração de sulfato é de 56% maior que a de barrilha, por isso o sulfato obteve maior decaimento do fluxo final de permeado. Esse resultado corrobora que uma maior concentração de solutos, independentemente do tipo, irá resultar em declínio do fluxo.

As medições do ângulo de contato entre as membranas e as soluções de alimentação utilizadas estão mostradas na Figura 3. Comparando os dados é possível observar que não houve alteração significativa do ângulo de contato medido com água e com as diferentes alimentações.



Figura 3: Ângulo de contato entre a membrana e as soluções de alimentação.

Com esses dados, é possível concluir que os sais auxiliares não alteram a superfície das membranas e não possuem influência significativa no processo. Essa é uma observação relevante, pois indica que não é necessário um tratamento prévio para retirada de sais antes do processo, viabilizando a técnica para tratamento de efluentes de banho de tingimento.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para os dois sais foram positivos, visto que nenhum dos auxiliares afetaram o desempenho do processo DM e a superfície das membranas. A não interferência dos sais mostra que a DM é uma técnica com potencial para tratar soluções salinas. Quanto ao uso da DM para tratar efluentes têxteis, o ideal seria o uso dessa técnica após a etapa de tingimento, pois é nessa etapa que ocorre a maior geração de efluentes com uma alta carga contaminante.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- KIM, Y. et al. Environmentally sound textile dyeing technology with nanofibrillated cellulose. **Green Chemistry**, v. 19, n. 17, p. 4031–4035, 2017.
- LIU, X. et al. Secondary effluent purification towards reclaimed water production through the hybrid post-coagulation and membrane distillation technology: A preliminary test. **Journal of Cleaner Production**, p. 121797, 2020.
- SHAO, Y. et al. Superhydrophobic polypropylene membrane with fabricated antifouling interface for vacuum membrane distillation treating high concentration sodium/magnesium saline water. **Journal of Membrane Science**, v. 579, n. February, p. 240–252, 2019.
- SILVA, R. DE S. et al. Steady state evaluation with different operating times in the direct contact membrane distillation process applied to water recovery from dyeing wastewater. **Separation and Purification Technology**, v. 230, n. August 2019, p. 115892, 2020.
- VARADARAJAN, G.; VENKATACHALAM, P. Sustainable textile dyeing processes. **Environmental Chemistry Letters**, v. 14, n. 1, p. 113–122, 2016.