

## ESTUDO DA REMOÇÃO DE CORANTE REMAZOL BLACK B DE EFLUENTE INDUSTRIAL POR ADSORÇÃO COM COMPÓSITO DE HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR (HDL) EM ALGINATO DE SÓDIO.

Guilherme Henrique Errerias Ortega (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Oswaldo Curty da Motta Lima (Orientador), Wardleison Martins Moreira (Coorientador). E-mail: [ra115657@uem.br](mailto:ra115657@uem.br), [ocmlima@uem.br](mailto:ocmlima@uem.br), [wmmoreira@uem.br](mailto:wmmoreira@uem.br).

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química, Maringá, PR.

**Engenharia Química, Tratamentos e Aproveitamento de Rejeitos**

**Palavras-chave:** adsorção; corante têxtil; contaminantes emergentes.

### RESUMO

Neste estudo, foi investigada a remoção de corantes em efluentes de indústrias têxteis, enfocando o uso de Hidróxidos Duplos Lamelares (HDLs) como substância adsorvente. Realizou-se experimentos para avaliar a capacidade do compósito HDL-Alginato em adsorver o corante Remazol Black B em água, variando massa do adsorvente, pH e concentração inicial do corante. Os resultados destacam a eficácia do compósito ao eliminar o corante, com capacidade máxima de adsorção obtida experimentalmente de cerca de 120 mg/g. A análise da cinética de adsorção indica interações entre adsorvato e adsorvente, sem equilíbrio em 60.000 minutos de adsorção em batelada. O estudo enfatiza a importância do equilíbrio para resultados conclusivos na cinética de adsorção, e explora métodos de tratamento de contaminantes emergentes e seus impactos na saúde humana e nos ecossistemas.

### INTRODUÇÃO

A presença de contaminantes emergentes na água, compostos bioativos em concentrações excedentes ao equilíbrio ecológico, é um tema de crescente preocupação. Esses incluem uma gama diversificada de compostos, desde fármacos até resíduos industriais, que não eram monitorados anteriormente e carecem de regulamentação específica para controle. Diante de tal fato, diversos métodos são empregados na remoção desses contaminantes emergentes da água, com destaque para adsorção, membranas e processos biológicos.

Na indústria têxtil, os principais contaminantes emergentes são os corantes têxteis e seus produtos de decomposição, sendo especialmente problemáticos devido à solubilidade em água e liberação de metais pesados (MAHALINGAM, 2021). Para atenuar impactos, métodos de tratamento como coagulação/floculação, processos biológicos e adsorção têm sido empregados (SILVA FILHO, 2019). Entre esses, a adsorção desponta como uma abordagem eficiente, sendo amplamente

utilizada na indústria têxtil pela sua capacidade de remover corantes de efluentes aquosos contaminados (SILVA FILHO, 2019).

Os Hidróxidos Duplos Lamelares (HDLs) se destacam como promissores adsorventes, graças à sua estrutura cristalina única, com camadas lamelares de íons metálicos e íons hidroxila (SAJID et al., 2022). Possuindo propriedades catiônicas e alta capacidade de trocar íons, eles se mostram altamente versáteis para várias aplicações (SAJID et al., 2022). No entanto, para ampliar a aplicabilidade da adsorção em larga escala, é crucial entender as condições para a adsorção em colunas de leito fixo, através de estudos cinéticos e de equilíbrio (CAVALCANTE, 2016). Diante desse cenário, o objetivo geral deste estudo é desenvolver um compósito alginato-HDL para remoção de corantes de águas contaminadas. Os objetivos específicos incluem avaliar os parâmetros de síntese, a capacidade de adsorção, a influência de massa e pH, além de estudar a cinética e isoterma da adsorção monocomponente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do estudo foi realizada em várias etapas, visando a síntese e caracterização do Hidróxido Duplo Lamelar (HDL), bem como a elaboração do compósito HDL-Alginato de sódio e a análise dos processos de adsorção em batelada.

Para a síntese do HDL, uma solução de  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  e  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  foi preparada e o pH ajustado com a adição lenta de NaOH. A suspensão resultante foi envelhecida, filtrada, seca e granulada para obter o sólido de HDL. Em seguida, para a obtenção do compósito HDL-Alginato, o HDL foi disperso em uma solução de alginato de sódio 2% e gotejado em uma solução entrecruzante de  $CaCl_2$  3%. O compósito obtido foi filtrado, lavado e submetido à secagem por liofilização.

A fim de determinar a massa ideal de adsorvente, variou-se a massa em testes repetidos, observando a absorbância, o pH e a capacidade de adsorção. A influência do pH inicial foi investigada, ajustando-o por adição de HCl ou NaOH, e avaliando o efeito na adsorção. A cinética e isoterma de adsorção foram estudadas, medindo-se a concentração de corante Remazol Black B em intervalos de tempo variados para entender a velocidade e a eficácia do processo de adsorção.

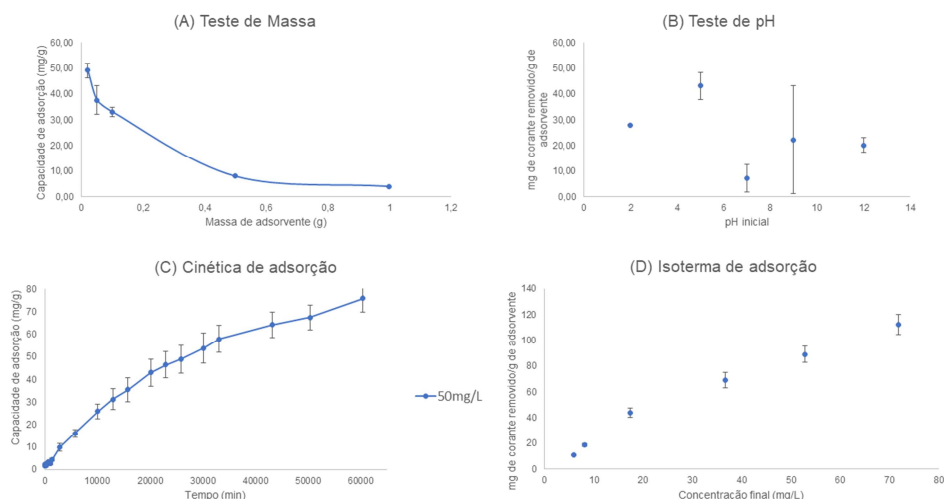
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adsorção foi estudada em batelada utilizando o Remazol Black como adsorvato. Ao realizar o teste de massa, observou-se que a remoção do contaminante emergente cresce ao aumentar a massa até atingir um valor ótimo de massa o qual maximiza a capacidade de adsorção. Sabe-se que a capacidade de adsorção atinge um valor máximo, uma vez que os sítios do adsorvente saturam com as partículas do adsorvato de forma que o adsorvente passa a não mais adsorver o contaminante. Dessa forma, a máxima capacidade de adsorção obtida experimentalmente (Figura 01(A)) foi de 49,21mg/g com a massa ótima de adsorvente de 0,02g que foi adotada como padrão para as etapas seguintes.

Os resultados obtidos no teste de pH mostraram a maior remoção percentual para a adsorção nos valores de pH 5 e 9, conforme ilustrado na Figura 01(B). No entanto, no tratamento de efluentes em escala industrial, é necessário um elevado custo para corrigir o pH da solução antes de adicionar o adsorvente devido a elevada quantidade de efluente a ser tratada. Dessa forma, o pH natural da solução (próximo de 7,0), foi adotado para realizar os testes de cinética e isoterma.

A cinética obtida na adsorção da solução do corante Remazol Black B está disposta na Figura 01(C). O acompanhamento da variação na concentração do adsorvato ao longo de um período de 60.000 minutos foi realizado com o intuito de atingir o estado de equilíbrio no sistema. Entretanto, constatou-se que, ao final desse intervalo de tempo, não se observou uma estabilização significativa na concentração do adsorvato, o que indicou a não obtenção do estado de equilíbrio desejado. Ressalta-se que o processo pode ser influenciado por diversos fatores,

incluindo a natureza do material empregado, as características da interface adsorvente-adsorvato e as condições experimentais.



**Figura 01** – Dados experimentais obtidos para a adsorção para soluções de corante Remazol Black B com compósito HDL-Alginato avaliando os efeitos da (A) massa, (B) pH, (C) tempo de contato e (D) concentração.

A isoterma obtida experimentalmente a 30°C está disposta na Figura 01(D). A capacidade de adsorção máxima obtida experimentalmente foi de aproximadamente 120mg de corante removido/g de compósito HDL-Alginato para a concentração de 100mg/L. É possível notar que o processo de adsorção progrediu, porém não atingiu o estado de equilíbrio completo durante o intervalo de tempo monitorado. Entre as possíveis causas de não se ter atingido o equilíbrio, cita-se: a natureza e interações entre o adsorvente e adsorvato, que podem ser detalhas em trabalhos futuros mediante o estudo do efeito da temperatura no processo de adsorção.

## CONCLUSÕES

O presente estudo explorou o potencial dos Hidróxidos Duplos Lamelares (HDLs) como adsorventes para a remoção de corantes de águas contaminadas. Os resultados experimentais revelaram pontos valiosos sobre a capacidade adsorptiva desse material inovador na remoção de contaminantes emergentes. A investigação da cinética de adsorção indicou que o processo não atingiu um estado de equilíbrio estável durante o período monitorado de 60.000 minutos, sugerindo que interações complexas e dinâmicas estão ocorrendo entre o adsorvato e o adsorvente. A análise da isoterma de adsorção corroborou a capacidade do compósito HDL-Alginato, com uma capacidade máxima de adsorção de cerca de 120 mg/g para a concentração inicial de 100 mg/L do corante. Os resultados obtidos reforçam o promissor potencial dos Hidróxidos Duplos Lamelares como uma alternativa altamente eficaz e versátil para a remoção de contaminantes emergentes em águas contaminadas.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar aqui meus agradecimentos a CNPQ e a Fundação Araucária pelo incentivo a pesquisa. Além disso, gostaria de agradecer aos professores orientadores pela paciência e orientação.

## REFERÊNCIAS

- MAHALINGAM, P.; et al. A review on recent trends in the removal of hazardous dyes from textile effluents. **Chemosphere**, v. 265, p. 128914, mar. 2021.
- SILVA FILHO, Luiz Ferreira da. Métodos de tratamento de efluentes gerados pela indústria têxtil: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, Mossoró, v. 13, n. 3, p. 243-252, set./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/rebeb/article/view/10022>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- SAJID, M.; SAJID JILLANI, S. M.; BAIG, N.; ALHOOSHANI, K. Layered double hydroxide-modified membranes for water treatment: Recent advances and prospects. **Chemosphere**, v. 287, p. 132140, 2022.

32º Encontro Anual de Iniciação Científica  
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023