

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL REATIVO BF-5G EM ZEÓLITAS: INFLUÊNCIA DO PH

Antusia dos Santos Barbosa¹
Meiry Glauca Freire Rodrigues²

RESUMO

Os resíduos das atividades industriais causam sérios prejuízos ao meio ambiente, em especial aos corpos hídricos. Dentre esses resíduos podemos citar os efluentes descartados pelas indústrias têxteis, que se caracterizam por apresentar alta carga de compostos químicos orgânicos. Os corantes são os principais resíduos desses efluentes, sendo estes compostos de difícil degradação e altamente tóxicos para o meio ambiente. Existe uma grande variedade de métodos para tratar esses compostos, e com esse objetivo foi feito neste trabalho. Foi sintetizado a zeólita Mordenita utilizando o método hidrotérmico. Também foi utilizada a zeólita $\text{NH}_4/\text{ZSM-5}$ comercial. Ambas foram caracterizadas por difração de raios X (DRX) e utilizadas no processo de adsorção do corante Azul reativo BF-5G em diferentes pH's utilizando um sistema de banho finito. De acordo com o resultado de DRX, foi observado a formação das zeólitas com sucesso. Nos testes de adsorção variando o pH, as zeólitas utilizadas apresentaram um maior desempenho em valor de pH igual a 1.

Palavras-chave: Adsorção, corantes, zeólitas.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos, visto como o recurso mais precioso para a sobrevivência humana vem enfrentando grandes desafios. A poluição das águas se tornou um dos problemas globais mais sérios. Essa situação vem crescendo gradativamente devido uma grande quantidade de água residual produzida e despejada no ambiente aquático todos os anos. Entre os diferentes tipos de águas residuais, o tingimento de águas residuais merece atenção significativa (ZHOU *et al.*, 2019).

Várias indústrias, incluindo têxteis, cosméticos, couro, impressão, papel, produtos farmacêuticos, plásticos e alimentos, utilizam uma enorme quantidade de corantes e, conseqüentemente, geram um enorme volume de águas residuais coloridas. Globalmente, mais de 0,1 milhão de variedades de corantes estão disponíveis no mercado e 700 milhões de kg de corante são usados anualmente por diferentes indústrias. Conseqüentemente, 10% a 15% dos corantes utilizados nas indústrias foram descartados como águas residuais. A

¹Doutorado em Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, antusiasb@hotmail.com;

Professora do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, meirygfr@hotmail.com.

descarga desse efluente no meio ambiente, especialmente nos corpos d'água, perturba a estética dos ambientes aquosos e retarda o funcionamento do ecossistema, impedindo a transmissão da luz solar e criando eco-toxicidade (MANJUNATH *et al.*, 2019).

Infelizmente os corantes vem se tornando um dos principais problemas da poluição ambiental. Seu descarte necessita ser controlado evitando problemas futuros. As principais causas da sua remoção do ambiente são devido os mesmos apresentarem uma estruturas complexas, toxicidade, alto peso molecular, cancerígeno, não biodegradabilidade e persistência no ambiente. Embora não haja dados exatos sobre a quantidade de corantes desprendidos no meio ambiente, para segurança ambiental os corantes, devem ser removidos das águas residuais industriais antes de serem lançados nas águas superficiais (PIRI *et al.*, 2019).

Na literatura, vem sendo relatados varias metodologias na remoção de corantes das águas residuais, métodos de tratamentos físicos, químicos e biológicos, como biossorção, coagulação e floculação, remediação eletroquímica, adsorção, e descolonização de fungos. Entre esses métodos, a adsorção vem se mostrando como a técnica mais eficaz, avançada e de baixo custo na remoção das moléculas de corantes (SIVALINGAM AND SEM, 2019).

A adsorção, um processo de tratamento físico, envolve o movimento de moléculas de corante da solução a granel para as regiões circundantes a uma fase sólida chamada adsorvente. O processo de adsorção é considerado uma alternativa promissora para remoção de corantes em termos de custo inicial, simplicidade de projeto, alta seletividade, insensibilidade a substâncias tóxicas e facilidade de operação. A eficiência do processo de adsorção é altamente dependente da interação adsorvente-adsorvido (PIRI *ET al.*, 2019).

A adsorção consiste na adesão de moléculas em uma superfície adsorvente. Podendo ser influenciada pela temperatura, tempo de detenção hidráulica, pH do meio, concentração de adsorvente e granulometria do mesmo, esta interação se apresenta como uma potencial solução no tratamento de efluentes (GEANKOPLIS, 1993 E WANG *et al.*, 2007).

Atualmente, pesquisadores vem utilizando adsorventes eficazes e de baixo custo para remoção de corantes, como argila, resíduos agrícolas, nanopartículas magnéticas, cinzas volantes, casca de arroz e zeólita (SIVALINGAM AND SEM, 2019).

Zeólitas são aluminossilicatos hidratados cristalinos microporosos formada por unidades tetraédricas de SiO_4 e AlO_4 . Os átomos de Si ou Al são colocados centralmente, e os átomos de O nos vértices, compartilhados entre SiO_4 e AlO_4 e orientados para gerar poros e canais. Al^{3+} produz uma carga negativa que é compensada por cátions de compensação como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} (ROZEK *et al.*, 2019).

Devido à sua superfície carregada negativamente, poros internos, composição química e suas propriedades interessantes, as zeólitas apresentam aplicações interessantes nos processos de separação, filtração, troca iônica, catálise e adsorção (YOLDI et al., 2019).

Os zeólitos são aluminossilicatos com características únicas, como alta área superficial, estrutura porosa e capacidade de troca iônica. São excelentes adsorventes e têm sido utilizados em métodos de tratamento de água para a remoção de metais pesados tóxicos e moléculas de corante (Sabarish e Unnikrishnan, 2018).

A remoção de corantes orgânicos de soluções aquosas é um dos benefícios mais importantes das zeólitas, pois esses corantes são perigosos para a saúde humana. Existem diferentes maneiras de preparar esses compostos zeolíticos usando o método hidrotérmico. Esses métodos de síntese dependem do uso de produtos químicos de alto custo para fontes de alumínio (ABDELRAHMAN, 2018).

São várias as maneiras de sintetizar zeólitas, e o objetivo de todas elas é obter produtos zeolíticos com alta pureza em condições econômicas e viáveis. Nesse contexto, o uso de resíduos industriais na produção de novos materiais, além de ser um desafio mundial, pode gerar produtos zeolíticos por meio de processos econômicos e ambientalmente favoráveis.

Nosso grupo de pesquisa (Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, UFCG, Brasil) tem publicado uma série de trabalhos sobre remoção de corantes utilizando diversos adsorventes.

Silva, Fabiana M. N., Silva, Leonardo R. B., Emilys, T. S.1, Rodrigues, Meiry G. F., Síntese da zeólita Mordenita e modificação com CTMABr. Aplicação na remoção do corante Rodamina B. In: XXI Congreso Argentino de Catálisis e X Congreso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

Barbosa, Tellys L. A., Rodrigues, Diogo P. A., Rodrigues, Meiry G. F., Síntese da estrutura metalorgânica ZIF-67 e aplicação na remoção do corante Rodamina B. In: XXI Congreso Argentino de Catálisis e X Congreso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

Rodrigues Meiry G. F.; Tomaz, Patrícia F.; Rodrigues, Diogo P. A.; Barbosa, Tellys L. A. Nova rota de síntese da estrutura metalorgânica ZIF e argila para serem utilizadas na remoção de corante Rodamina B. In: XXI Congreso Argentino de Catálisis e X Congreso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

LIMA, L. A., PAULA, G. M., MOTA, M. F., RODRIGUES, M. G. F. Síntese da peneira molecular SBA-15 e sua utilização como adsorvente na remoção de corantes In: XXIV Congresso Iberoamericano de Catálisis, 2014, Medellín, Colômbia.

LIMA, L. A., MOTA, M. F., MENEZES, V. M. R., RODRIGUES, M. G. F. Síntese da peneira molecular mcm-41 e sua utilização como adsorvente na remoção do corante azul reativo BF-5G In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014, Florianópolis, Brasil.

LIMA, L. A., MOTA, M. F., MENEZES, V. M. R., SOUZA, R. S., RODRIGUES, M. G. F. Estudo da remoção de corante vermelho reativo em meios aquosos por adsorção da peneira molecular MCM-41 In: 10º Encontro Brasileiro de Adsorção, 2014, Guarujá, São Paulo.

LIMA, L. A., MENEZES, V. M. R., RODRIGUES, M. G. F. Estudo da eficiência da peneira molecular MCM-41 como adsorvente na remoção do corante amarelo reativo BF-4G In: 18º Congresso Brasileiro de Catálise, 2015, Porto Seguro.

Luana do Nascimento Rocha; Antonielly dos Santos Barbosa; Giovanni Monteiro; Meiry Gláucia Freire Rodrigues. Cinética de adsorção de corantes utilizando a argila Branca como adsorvente. In: 19º Congresso Brasileiro de Catálise, 2017, Ouro Preto, Minas Gerais.

Luana do Nascimento Rocha; Antonielly dos Santos Barbosa; Meiry Gláucia Freire Rodrigues, Remoção do corante vermelho BF-4b em sistema descontínuo utilizando argilas esmectíticas, In: 10º Encontro Brasileiro de Adsorção, 2016, Aracaju, Sergipe.

Luana do Nascimento Rocha; Antonielly dos Santos Barbosa; Giovanni Monteiro; Meiry Gláucia Freire Rodrigues, Análise estatística da remoção de corantes reativos a partir da argila vermelha, CONAPESC, 2016.

Luana do Nascimento Rocha; Antonielly dos Santos Barbosa; Meiry Gláucia Freire Rodrigues, Ensaio de adsorção de dois corantes reativos utilizando argila vermelha, XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, COBEQ, 2016, Fortaleza, Ceará.

Diante do que foi exposto neste trabalho utilizaremos o método hidrotérmico para obtenção da zeólita mordenita e posteriormente a mesma será avaliada quanto a sua

(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br

capacidade de adsorção na remoção do corante azul reativo em com variação do pH do meio reacional em sistema de banho finito juntamente com a zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ comercial.

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/UFCG).

Síntese da zeólita mordenita

A zeólita mordenita foi sintetizada hidrotêrmicamente de acordo com a metodologia proposta por KIM e AHM, 1991. Foi realizado a diluição do hidróxido de sódio com uso de água destilada, até dissolução completa. Em seguida, foi acrescentado aluminato de sódio e água destilada à mistura inicial. Por fim, a sílica aerosil 380 é adicionada ao recipiente, que se manteve em agitação mecânica, acima de 900 rpm, por 30 minutos. A mistura reacional foi levada à autoclave de teflon, ocupando 70 % do volume do recipiente, e colocada dentro de uma autoclave de aço inoxidável, que permaneceu em uma estufa por 72 horas a 170 °C. Após decorrido este tempo, o sólido foi recuperado por filtração, lavado até atingir um pH igual a 7 e seco a 80 °C por um período de 24 horas.

Zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$

Zeólita ZSM-5 ($\text{NH}_4\text{ZSM-5}$) – Zeolyst, fornecida pela companhia ZEOLYST

Caracterização

Difração de Raios X (DRX)

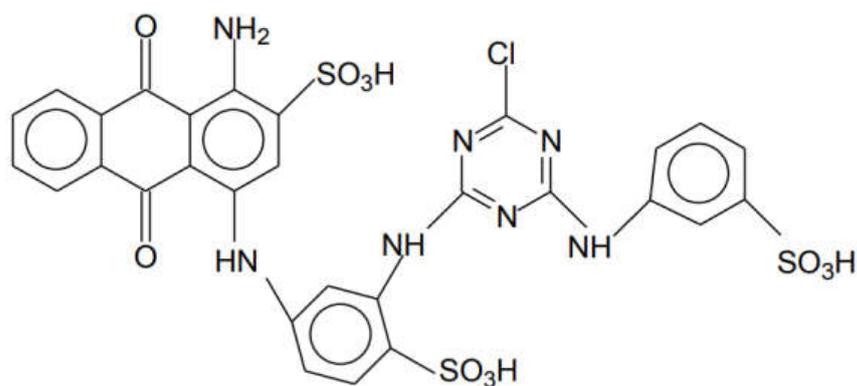
O método utilizado consiste na incidência dos Raios X sobre a amostra em forma de pó, compactada sobre um suporte, empregando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,020 2 θ e tempo por passo de 1,000 s, com velocidade de varredura de 2°(2 θ)/min, com ângulo 2 θ percorrido de 3 a 50°.

Preparação e ajuste de pH do meio reacional

Para a realização dos experimentos foi utilizado como adsorvente a zeólita mordenita sintetizada e a zeólita $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ fornecida pela companhia ZEOLYST. O adsorbato utilizado foi uma solução aquosa do corante Azul reativo BF – 5G fornecido pela TEXPAL.

A estrutura química do corante Azul reativo BF – 5G encontra-se na Figura 1.

FIGURA 1. Estrutura química do corante Azul reativo BF-5G.



Para a análise do pH na remoção do corante Azul reativo BF – 5G, foram realizadas diluições a partir de uma solução a 1000 do corante. Em seguida, diluiu-se a solução inicial para uma concentração de 50. O ajuste do pH foi feito com Hidróxido de sódio 1,0 M e Ácido clorídrico 3,0 M.

Testes para avaliação do pH e remoção do corante Azul reativo BF – 5G em sistema de banho finito

Nos ensaios foram utilizados erlenmeyers, previamente identificados, contendo 0,5 g da zeólita mordenita e $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ com 50 ml da solução de corante com concentração de 50. Para cada erlenmeyer corrigiu-se o pH em concordância com sua identificação. As amostras foram mantidas sob agitação, à temperatura de 25 °C, em um shaker TE- 420 Tecnal, a 200 rpm durante 3 horas.

Após esse tempo as amostras foram filtradas objetivando a retirada da matéria sólida e o filtrado levado à análise espectrofotométrica visível. A concentração de corante após os ensaios de banho finito foi medida em um Espectrofotômetro de UV – Visível, a fim de

(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br

avaliar a concentração remanescente do corante. A porcentagem de remoção total de corante (%Rem) foi obtida por meio da Equação (1):

$$\% \text{ Rem} \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: %Rem é a porcentagem total de remoção de corante; C_0 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 (DRX)

A Figura 2 e 3 respectivamente mostram os resultados das análises de DRX, na varredura de 2θ de 0 a 50° , da zeólita na sua forma comercial ($\text{NH}_4\text{ZSM-5}$) e da mordenita sintetizada.

A zeólita comercial ($\text{NH}_4\text{ZSM-5}$) usada como adsorvente, apresentou picos característicos da estrutura do grupo MFI, nos intervalos de $2\theta = 7-9^\circ$ e $23-25^\circ$, confirmando a formação da estrutura zeolítica ZSM-5 (TREACY & HIGGINS, 2001).

Também foi observada a formação da zeólita mordenita sintetizada. Os picos de DRX estão de acordo com os picos característicos da zeólita mordenita, os mesmo concordaram com a literatura. Foi possível observar os picos característicos da zeólita em $2\theta = 9,8, 19,59, 22,4, 25,8, 26,4, 27,7$ e $30,9^\circ$, evidenciando uma alta cristalinidade para a zeólita preparada, estando em concordância com o padrão IZA (International Zeolite Association) e com a ficha JCPDS 049 – 0924. Nenhum pico adicional é observado, indicando a cristalização da zeólita mordenita de forma pura.

FIGURA 2. Difratoograma de raios X da amostra zeolítica $\text{NH}_4/\text{ZSM-5}$.

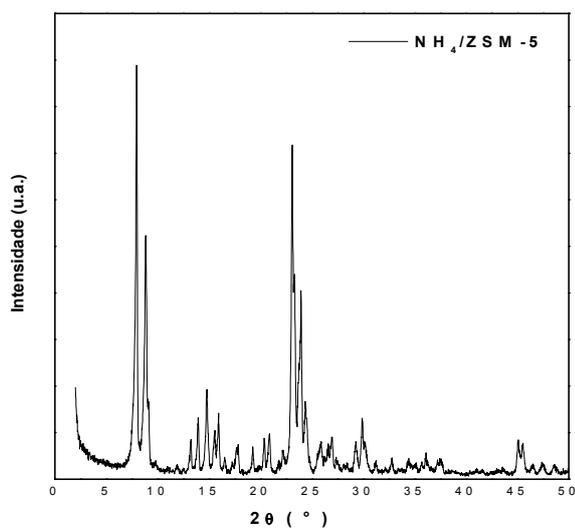
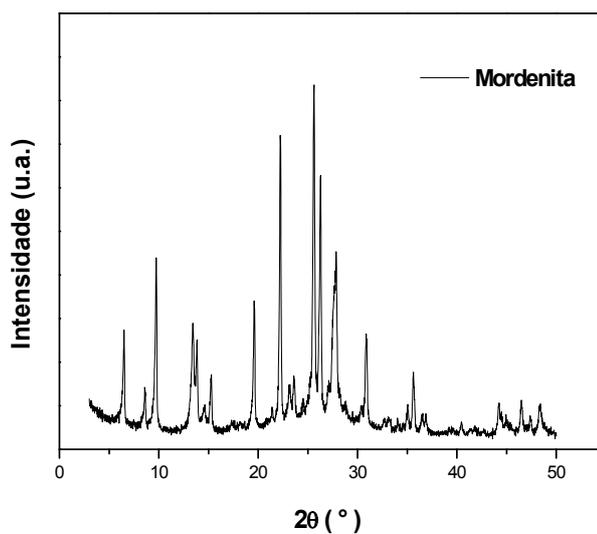


FIGURA 3. Difratoograma de raios X da zeólita mordenita sintetizada.



Os resultados obtidos para a percentagem de remoção (%Rem), a partir da variação do pH para as zeólitas $\text{NH}_4\text{ZSM-5}$ e a mordenita, utilizadas como adsorventes, em relação ao corante reativo azul BF-5G são apresentados na Tabela 1 e nas Figuras 4 e 5 respectivamente.

FIGURA 4. Percentagem de remoção (%Rem) em função do pH para NH₄ZSM-5.

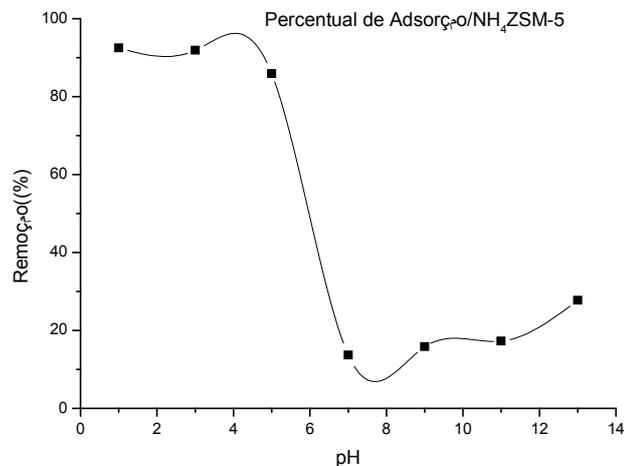
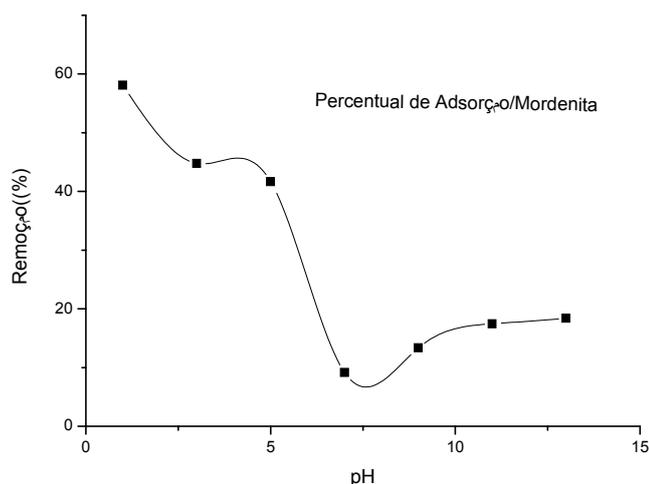


FIGURA 5. Percentagem de remoção (%Rem) em função do pH para Mordenita.



Nas Figuras 4 e 5 observa-se que os valores de percentagem de remoção das zeólitas utilizadas como adsorventes apresentaram maior efeito de adsorção em meios fortemente ácidos. Como as condições experimentais utilizadas foram as mesmas (temperatura de 25 °C, massa do adsorvente igual a 0,5 g, tempo de agitação de 3 horas e 50 ml de corante), conclui-se que o pH é um fator que influencia bastante na adsorção do corante reativo Azul BF-G com uso da zeólita.

TABELA 1. Resultados obtidos da remoção do corante reativo azul BF-5G variando o pH utilizando as zeólitas como adsorvente.

Experimento	Massa (g)	pH		%Remoção do corante Azul BF-5G	
				NH ₄ ZSM-5	Mordenita
1	0,5	1	ácido	92,48	58,10
2	0,5	3	ácido	91,86	44,76
3	0,5	5	ácido	85,9	41,68
4	0,5	7	neutro	13,66	9,14
5	0,5	9	básico	15,82	13,36
6	0,5	11	básico	17,26	17,46
7	0,5	13	básico	27,7	18,40

Algumas observações podem ser destacadas a partir da Tabela 1:

1. Em pH ácido, os valores de percentagem de remoção são superiores a 40 %, onde em pH igual a 1 (fortemente ácido) a percentagem de remoção foi de 92,48 % para a zeólita NH₄ZSM-5 e de 58,10 % para a Mordenita;
2. Em pH neutro, os valores de percentagem de remoção são superiores a 9 %;
3. Em pH básico, o valor é superior a 13 %. Onde a maior percentagem de remoção em meio básico foi de 27,7 % para a zeólita NH₄ZSM-5 e de 18,40 % para a Mordenita;
4. Verifica-se que o melhor resultado de remoção foi de 92,48 % foi para o valor de pH 1 para a zeólita NH₄ZSM-5.

Comparando os resultados da zeólita NH₄ZSM-5 com a zeólita mordenita com mesmo adsorvente (corante reativo azul) identifica-se que a eficiência da zeólita NH₄ZSM-5 foi superior ao da zeólita mordenita. Como as condições experimentais foram iguais, este fato pode ser explicado por diferentes característica dos adsorventes, ou seja, diferentes rede de canais que lhes confere diferentes tipos de seletividades de forma ou peneiramento por tamanho ou forma das substâncias, sendo que a difusão intracristalina depende do tamanho do poro, da morfologia interna, das moléculas a serem transportadas.

A literatura mostra que o processo de adsorção depende de diversos fatores, tais como a estrutura do adsorvente e do adsorbato e, também depende das condições experimentais, onde destaca-se o pH do meio. O pH de uma solução é um parâmetro de controle importante no processo de adsorção (AHMED et al., 2016) e este parâmetro afeta a carga superficial dos adsorventes, bem como afeta o grau de ionização de diferentes poluentes. A variação no valor

(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br

do pH afeta o processo de adsorção pela dissociação de grupos funcionais nos sítios ativos da superfície do adsorvente. Conseqüentemente, isto conduz a uma modificação na reação e nas características de equilíbrio do processo de adsorção (MALL et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, as zeólitas NH₄ZSM-5 e a mordenita foi avaliada como adsorvente na remoção do corante reativo azul em sistema de banho finito e a influência do pH foi avaliada.

De acordo com o resultado de DRX, a zeólita NH₄ZSM-5 apresentou os picos característicos da estrutura do grupo MFI e a zeólita mordenita foi sintetizada com sucesso.

Nos testes de adsorção variando o pH, as zeólitas NH₄ZSM-5 utilizada apresentaram maior desempenho em valor de pH igual a 1.

REFERÊNCIAS

- ZHOU, Y.; LU, J.; ZHOU, Y.; LIU, Y.; Recent advances for dyes removal using novel adsorbents: A review. *Environmental Pollution*, v. 252, p. 352-365, 2019.
- MANJUNATH S.V.; BAGHEL, R.S.; KUMAR, M.; Performance evaluation of cement-carbon composite for adsorptive removal of acidic and basic dyes from single and multi-component systems. *Environmental Technology & Innovation*, v. 16, p. 100478, 2019. doi.org/10.1016/j.eti.2019.100478
- PIRI, F.; MOLLAHOSSEINIA, A.; KHADIRB, A.; HOSSEINI, M.M.; Enhanced adsorption of dyes on microwave-assisted synthesized magnetic zeolite-hydroxyapatite nanocomposite, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 7, p. 103338, 2019.
- SIVALINGAM, S.; SEM, S.; Efficient removal of textile dye using nanosized fly ash derived zeolite-x: Kinetics and process optimization study, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, v. 96, p. 305–314, 2019.
- GEANKOPLIS, C. J.; *Transport Processes and Unit Operations*. 3ª Ed. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
- WANG, L.K.; HUNG, Y.; SHAMMAS, N.K.; *Handbook of Environmental Engineering - Advanced physicochemical treatment technologies*. V.5, Human Press Inc. Totowa, New Jersey, 2007.
- ROZEK, P.; KROL, M.; MOZGAWA, W.; Geopolymer-zeolite composites: A review, *Journal of Cleaner Production*, v. 230, p. 557 e 579, 2019.
- YOLDI, M. FUENTES ORDOÑEZ, E.G.; KORILI, S.A.; GIL, A.; Zeolite synthesis from industrial wastes, *Microporous and Mesoporous Materials*, v. 287, p. 183–191, 2019.
- SABARISH, R.; UNNIKRISHNAN, G.; Polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose/ZSM-5 zeolite biocomposite membranes for dye adsorption applications, *Carbohydrate Polymers*, v. 199, p. 129–140, 2018.
- ABDELRAHMAN, E. A., Synthesis of zeolite nanostructures from waste aluminum cans for efficient removal of malachite green dye from aqueous media, *Journal of Molecular Liquids*, v. 253, p. 72–82, 2018.
- KIM, G. J., AHN, W. S., Direct synthesis and characterization of high-SiO₂-content mordenites. *Zeolites*. v. 11, p. 745-750, 1991.

TREACY, M. M. J., HIGGINS, J. B., Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites. Published on behalf of the Structure Commission of the International Zeolite Association, 2001.

AHMED, K., REHMAN, F., Pires, C.T.G.V.M.T., RAHIM, A., Santos, A. L., AIROLD, C. Aluminum doped mesoporous silica SBA-15 for the removal of remazol yellow dye from water. *Microporous and Mesoporous Materials*, 236, 167 – 175, 2016.

MALL, I. D; SRIVASTAVA, V. C.; AGARWAL, N. K. Removal of orange – G and methyl violet by adsorption onto bagasse fly ash- kinetic study equilibrium isotherm analyses. *Dyes Pigm*, 69, 210 – 223, 2006.

SILVA, F.M.N.; SILVA, L.R.B.; SILVA, E.T.S.; RODRIGUES, M.G.F.; Síntese da zeólita Mordenita e modificação com CTMABr. Aplicação na remoção do corante Rodamina B. In: XXI Congresso Argentino de Catálisis e X Congresso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

BARBOSA, T.L.A.; RODRIGUES, D.P.A.; RODRIGUES, M.G.F.; Síntese da estrutura metalorgânica ZIF-67 e aplicação na remoção do corante Rodamina B. In: XXI Congresso Argentino de Catálisis e X Congresso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

RODRIGUES M.G.F.; TOMAZ, P.F.; RODRIGUES, D.P.A.; BARBOSA, T.L.A.; Nova rota de síntese da estrutura metalorgânica ZIF e argila para serem utilizadas na remoção de corante Rodamina B. In: XXI Congresso Argentino de Catálisis e X Congresso de Catálisis del Mercosur, 2019, Santa Fé, Argentina.

LIMA, L.A.; PAULA, G.M.; MOTA, M.F.; RODRIGUES, M.G.F.; Síntese da peneira molecular sba-15 e sua utilização como adsorvente na remoção de corantes In: XXIV Congresso Iberoamericano de Catálisis, 2014, Medellín, Colômbia.

LIMA, L.A.; MOTA, M.F.; MENEZES, V.M.R.; RODRIGUES, M.G.F.; Síntese da peneira molecular mcm-41 e sua utilização como adsorvente na remoção do corante azul reativo BF-5G In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014, Florianópolis, Brasil.

LIMA, L.A.; MOTA, M.F.; MENEZES, V.M.R.; SOUZA, R.S.; RODRIGUES, M.G.F.; Estudo da remoção de corante vermelho reativo em meios aquosos por adsorção da peneira molecular MCM-41 In: 10º Encontro Brasileiro de Adsorção, 2014, Guarujá, São Paulo.

LIMA, L.A.; MENEZES, V.M.R.; RODRIGUES, M.G.F.; Estudo da eficiência da peneira molecular MCM-41 como adsorvente na remoção do corante amarelo reativo BF-4G In: 18º Congresso Brasileiro de Catálise, 2015, Porto Seguro.

ROCHA, L.DO.N.; BARBOSA, A.DOS.S.; MONTEIRO, G.; RODRIGUES, M.G.F.; Cinética de adsorção de corantes utilizando a argila Branca como adsorvente. In: 19º Congresso Brasileiro de Catálise, 2017, Ouro Preto, Minas Gerais.

ROCHA, L.DO.N.; BARBOSA, A.DOS.S.; MONTEIRO, G.; RODRIGUES, M.G.F.; Análise estatística da remoção de corantes reativos a partir da argila vermelha, CONAPESC, 2016.

ROCHA, L.DO.N.; BARBOSA, A.DOS.S.; RODRIGUES, M.G.F.; Remoção do corante vermelho bf-4b em sistema descontínuo utilizando argilas esmectíticas, In: 10º Encontro Brasileiro de Adsorção, 2016, Aracaju, Sergipe.

ROCHA, L.DO.N.; BARBOSA, A.DOS.S.; MONTEIRO, G.; RODRIGUES, M.G.F.; Ensaio de adsorção de dois corantes reativos utilizando argila vermelha, XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, COBEQ, 2016, Fortaleza, Ceará.