



INFLUÊNCIA DO NACI E KCI NA ADSORÇÃO DO CORANTE BF-5G POR CARVÃO ATIVADO DE OSSO

Isabela de Souza Menegassi¹; Victoria Helen Horita²; Celso Hissao Maeda³; Maria Angélica Simões Dornellas de Barros⁴; Pedro Augusto Arroyo⁵.

RESUMO: Em virtude do alto consumo de água na indústria têxtil, este tornou-se um problema devido a contaminação ocasionado por poluentes como sólidos suspensos, matéria orgânica, surfactantes e moléculas de corante sob forma de complexos, dentre estes destacam-se os corantes têxteis que são utilizados no processo de tingimento. Como possível tratamento de remoção do corante destacamos a possibilidade de adsorção por carvão ativado de osso bovino, devido a sua eficácia. Neste processo de adsorção estudamos o comportamento da adição dos sais NaCl e KCl na solução de corante. Dessa forma, os ensaios foram realizados em batelada para encontrarmos o tempo de equilíbrio e posteriormente obtermos as isotermas que indicaram um aumento favorável na quantidade adsorvida de corante com a adição de sal.

PALAVRAS-CHAVES: adsorção; corante; sais

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil caracteriza-se por possuir um processo produtivo variado e fragmentado, entre os quais, podemos citar os processos de beneficiamento que englobam: preparação, tingimento e acabamento químico ou mecânico, dentre estes, os processos de beneficiamento primário de tingimento e acabamento sobressaem-se aos demais devido a grande quantidade de água necessária e por consequência, descartada como efluente (CARVALHO, 2013). Segundo Aksu (2005), estes efluentes apresentam elevada coloração que pode ser removido por processo de adsorção. Para Qadeer (2007), o processo de adsorção é um dos que apresenta melhor custo benefício, uma vez que tem como característica uma grande eficiência no processo.

Um material complexo muito utilizado na prática de adsorção é o carvão ativado. As características mais importantes são a sua estrutura porosa, área específica elevada e suas propriedades superficiais (ARAFAT et al., 1999). No tingimento de um artigo têxtil, além da utilização de corante, pode ser utilizado sal, cuja função é agir como um eletrólito, fazendo a ponte entre a fibra e o corante, permitindo a neutralização da fibra, ocorrendo uma maior interação da mesma com o corante os sais dissolvidos em meios aquosos também podem influenciar a capacidade de adsorção dos carvões ativados (SALEM, 2010).

O presente trabalho tem por objetivo analisar a influência da adição dos sais NaCl e KCl, à mesma concentração, na quantidade adsorvida de corante por uso de carvão, a partir da avaliação de cinéticas e isotermas de adsorção em ensaios de batelada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de cinética de adsorção foram realizados com o objetivo de determinar o tempo necessário para atingir o equilíbrio de adsorção entre o carvão e a solução de corante têxtil BF-5G contendo NaCl e KCl. Nos trabalhos realizados por Carvalho(2013) e Cionek(2013) o tempo de equilíbrio encontrado entre o carvão e a solução de corante sem a presença de sal foi de aproximadamente 18 horas

Para os ensaios cinéticos, foram utilizadas soluções de corante BF-5G com concentração inicial de 1000 mg.L⁻¹, as quais foram preparadas com soluções de concentração 1 mol.L⁻¹ de NaCl e KCl. Assim, erlenmeyers contendo 0,2 g de carvão e 20 mL de solução foram adicionados em banho termostático com agitação de 80 RPM e temperatura de 40 °C. As amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados. Em seguida, a

¹ Graduando do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: isa_menegassi@hotmail.com

² Graduando do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: ellen909@hotmail.com

³ Pós Graduando do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. Bolsista da CAPES. E-mail: mae_hic1981@msn.com

⁴ Docente do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. Email: angelicabarros.deq@gmail.com

⁵ Docente do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. Email: arroyo@deq.uem.br



concentração de cada amostra foi determinada por meio da leitura da absorbância em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 620 cm^{-1} para o NaCl e 604 cm^{-1} para o KCl. Nos ensaios de isoterma de adsorção variou-se a concentração de corante de 200 a 8000 mg.L^{-1} , mantendo as mesmas concentrações de sal utilizadas nos ensaios cinéticos. Os gráficos de cinética e isoterma de adsorção, juntamente com os parâmetros dos modelos, foram gerados no software ORIGIN PRO 8.5.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na cinética de adsorção, a partir dos resultados obtidos notou-se que tanto para o NaCl como para o KCl as curvas do modelo de Pseudo-Segunda Ordem se ajustou melhor aos dados experimentais, apresentando melhores valores para o coeficiente de correlação (R^2). Sugerindo que a quimissorção pode ser a etapa que controla a velocidade no processo de adsorção (HO e McKAY, 1998). Como pode ser observado na Figura 1, o tempo de equilíbrio obtido foi de aproximadamente 24 horas para ambos os sais.

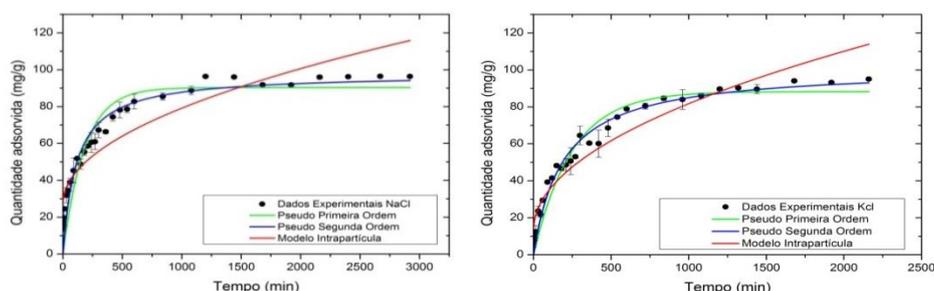


Figura 1 – Cinética de adsorção com NaCl e KCl, ambos com concentração de $1,0\text{ mol L}^{-1}$
Fonte – Dados da pesquisa.

Os valores das constantes cinéticas e os coeficientes de correlação (R^2) obtidos pelo ajuste dos modelos aos dados experimentais estão listados na tabela 1, que apresenta parâmetros comparativos entre os modelos cinéticos de adsorção de Pseudo 1ª ordem, pseudo 2ª ordem e difusão intrapartícula para o NaCl e KCl. Tanto para o NaCl como para o KCl o modelo de pseudo 2ª ordem apresentou melhor ajuste e valores para o R^2 .

Tabela 1 – Parâmetros da cinética de Adsorção para os modelos cinéticos.

Sal	Parâmetros	Pseudo1º ordem	Pseudo2º ordem	Intrapartícula
NaCl	q_{eq} (mg corante/g carvão)	$90,294 \pm 2,854$	$97,713 \pm 2,784$	-
NaCl	K_1 (h^{-1})	$0,0055 \pm 0,0007$	-	-
NaCl	K_2 (g/mg.h)	-	$9,03E-5 \pm 1,38E-5$	-
NaCl	K_3 (mg/g.h ^{1/2})	-	-	$1,702 \pm 0,126$
NaCl	C	-	-	$25,16 \pm 3,28$
NaCl	R^2	0,8993	0,9437	0,8508
KCl	q_{eq} (mg corante/g carvão)	$88,3127 \pm 2,255$	$101,220 \pm 2,4823$	-
KCl	K_1 (h^{-1})	$0,00406 \pm 0,0003$	-	-
KCl	K_2 (g/mg.h)	-	$5,17E-5 \pm 5,8E-6$	-
KCl	K_3 (mg/g.h ^{1/2})	-	-	$2,1649 \pm 0,1126$
KCl	C	-	-	$13,249 \pm 2,6297$
KCl	R^2	0,95278	0,97634	0,92242

Fonte – Dados da pesquisa.

Nas isotermas de adsorção os modelos ajustados foram os de Langmuir, Freundlich e Sips. Na figura 2 a partir dos resultados obtidos, é possível observar que a quantidade adsorvida aumenta com a presença do sal, removendo no equilíbrio aproximadamente $271,19\text{ mg g}^{-1}$ com a presença do NaCl e aproximadamente 220 mg g^{-1} na presença do KCl.

Este aumento na quantidade adsorvida ocorre devido ao fato dos ânions do corante se aproximarem mais da superfície do adsorvente, diante da presença do sal, inibindo o efeito de repulsão das cargas negativas do corante com as cargas negativas da superfície do adsorvente (CIONEK, 2013). Desta forma os cátions Na^+ e K^+ podem ligar-se as cargas negativas do corante ou neutralizar as cargas do carvão, diminuindo sua repulsão e acarretando um aumento na quantidade adsorvida (NEW COMBE *et al.*,1996).



Para Salem (2010) eletrólitos neutros como NaCl e KCl influenciam na absorção de corantes reativos nas fibras têxteis devido à capacidade dos mesmos de neutralizar o potencial eletronegativo da fibra. De acordo com Horita (2015) a melhor concentração de sal no processo de adsorção foi a de 1,0 mol L⁻¹, pois apresentou uma quantidade adsorvida de corante em torno de 271,19 mg.g⁻¹ na presença do NaCl, valor significativamente maior do que os 142,6 mg.g⁻¹ atingidos por Cionek (2013) e Carvalho (2013) sem a presença de sal.

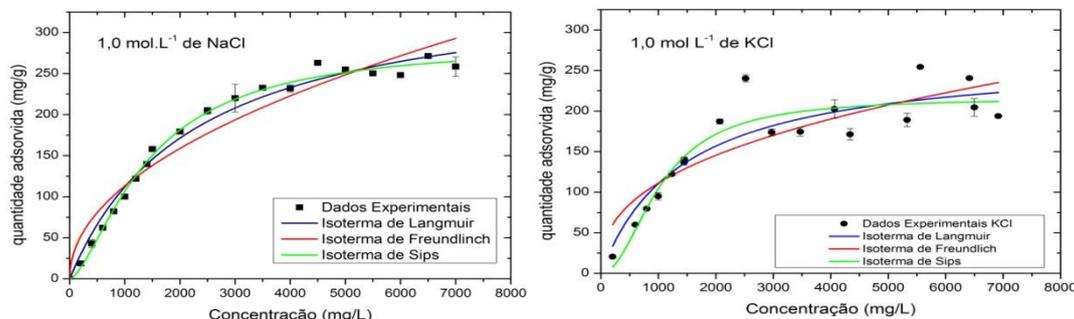


Figura 2 – Isotherma de adsorção com NaCl e KCl, ambos com concentração de 1,0 mol L⁻¹

Fonte – Dados da pesquisa

A Tabela 2 mostra os valores dos parâmetros ajustados pelos modelos de isoterma de Langmuir, Freundlich e Sips. Analisando estes valores, tem-se que o modelo de Sips foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais do NaCl e KCl. De acordo com Vargas *et al.* (2011), isto indica que no processo de adsorção há interações fortes e fracas entre o adsorvato e a superfície do adsorvente, valores de $n > 1$ indicam também a ocorrência de formação de mais de uma camada de adsorvato no adsorvente.

Tabela 2 – Parâmetros dos modelos utilizados na isoterma de adsorção.

	Modelo	K(L/mg)	q _{máx} (mg.g ⁻¹)	n	R ²
KCl	Langmuir	6,9E-4±1,9E-4	0,188± 0,038	-	0,82749
KCl	Freundlich	7,67±4,313	-	2,583±0,461	0,74689
KCl	Sips	9,65E-4±1,2E-4	216,35±14,49	2,033±0,611	0,85218
NaCl	Langmuir	4,4E-4±4,7E-5	0,162±0,011	-	0,9826
NaCl	Freundlich	3,87±1,35	-	2,04±0,18	0,9390
NaCl	Sips	7,0E-4±3,8E-5	287,6±8,2	1,53±0,10	0,9938

Fonte – Dados da pesquisa.

4 CONCLUSÕES

Por meio deste estudo, verificou-se que o melhor ajuste dos dados experimentais para cinética de adsorção foi obtido pelo modelo de pseudo segunda ordem que apresentou os melhores valores de R² tanto para o NaCl como o KCl na solução de corante, indicando que a quimissorção é a etapa que controla a velocidade na remoção do corante. Na isoterma de adsorção o melhor ajuste foi para o modelo de isoterma de Sips que também apresentou os melhores resultados para o R², sugerindo a existência de interações fortes e fracas entre o adsorvato e o adsorvente com possível formação de multicamada.

REFERÊNCIAS

AKSU, Z. Application of biosorption for the removal of organic pollutants: a review. *Process Biochemistry*, v. 40, p. 997-1026, 2005.

ARAFAT A.H.; FRANZ M.; PINTO ,N.G.; “Effect of Salt on the Mechanism of Adsorption of Aromatics on Activated Carbon”; *Langmuir*, V.15, p.5997-6003, 1999.

CARVALHO, D. S. de, “*Estudo da dessorção seletiva do corante reativo em carvão ativado*”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Química – Maringá – Paraná. 2013.



CIONEK, C. A., "Avaliação de carvões ativados de diferentes naturezas para adsorção de corante têxtil". Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Química – Maringá – Paraná. 2013.

HOY, S.,MCKAY G., "Pseudo-second order model for sorption processes", Process Biochem. V.34, p.451-465, 1999.

NEWCOMBE, G.; DONATI, C.; DRIKAS, M.;HAYES, R. ; "Adsorption onto activated carbon: electrostatic and non-electrostatic interactions". Water supply; 14:129 e 44; 1996.

QADEER, R.; "Adsorption behavior of ruthenium ions on activated charcoal from nirtic acid medium". Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects,V.293, p. 217-223, 2007.

SALEM,V.; Tingimento textile: fibras, conceitos e tecnologias.São Paulo:Blucher:Golden Tecnologia, 2010.

VARGAS, A.M.M.;CAZETTA, A.L.; KUNITA, H.M.; SILVA, T.L.; ALMEIDA, V.C.; "Adsorption of methylene blue on activated carbon produced from flamboyant pods (*Delonix regia*): Study of adsorption isotherms and kinetic models", Chemical Engineering Journal, V.168 ,p.722–730, 2011.

HORITA, V. E.; MAEDA, C. H.; de CARVALHO, D. S.; ARROYO, P. A.; "O efeito da adição de cloreto de sódio no comportamento das isothermas de adsorção de corante azul reativo bf-5g em carvão ativado de osso", p. 1559-1564 . Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.3. São Paulo: Blucher, 2015.