

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CARVÃO ATIVADO EM PÓ NA REMOÇÃO DE COR EM SOLUÇÕES DE CORANTE REATIVO

Josiane de Brito Gomes^{1}, Fabiana Valéria da Fonseca Araújo² & Alberto Dresch Webler¹*

Resumo – A contaminação de águas superficiais é um dos grandes problemas da sociedade moderna, e a indústria têxtil está amplamente inserida neste contexto devido ao alto potencial poluidor de seus efluentes que além de apresentar forte coloração, possuem uma grande quantidade de compostos orgânicos tóxicos, altamente resistentes à degradação. A adsorção é um processo de tratamento que tem sido bastante utilizado para remoção efetiva da cor e tratamento de efluentes têxteis, sendo o carvão ativado o adsorvente mais empregado nesta prática, devido à sua intensa capacidade de adsorção. Assim, com o intuito de avaliar a capacidade de remoção de cor em solução de corante reativo da indústria têxtil pelo carvão ativado em pó, este estudo utilizou procedimentos experimentais e os modelos das isotermas de Freundlich e Langmuir para descrever o equilíbrio de adsorção. Os resultados denotaram uma taxa de remoção de 54,32%, utilizando 0,5mg de CAP. A isoterma de Langmuir foi a que melhor representou o processo de adsorção, apresentando R^2 igual a 0,941.

Palavras-Chave – Adsorção, isotermas de Freundlich e Langmuir.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ACTIVATED CARBON POWDER IN REMOVAL OF COLOR IN REACTIVE DYE SOLUTIONS

Abstract – Contamination of surface water is a major problem of modern society, and the textile industry is widely inserted in this context due to the high pollution potential of their effluents besides showing strong staining, have a large amount of toxic organic compounds, highly resistant to degradation. The adsorption treatment is a process that has been widely used for removal of color and effective treatment of textile effluents, and activated charcoal adsorbent used in this more practical because of its strong adsorption capacity. Thus, in order to evaluate the ability of color removal in solution of reactive dye textile industry by powdered activated carbon, this study used experimental procedures and the models of Langmuir and Freundlich isotherm to describe the adsorption equilibrium. Results reflect a removal rate of 54.32% using 0.5 mg of CAP. The Langmuir isotherm was better represented the adsorption process, with R^2 equal to 0.941

Keywords – Adsorption, Langmuir and Freundlich isotherms.

INTRODUÇÃO

A contaminação de águas naturais é alvo de intensa preocupação na sociedade moderna, diante da abissal demanda requerida, principalmente pelo setor agrícola e industrial, que movem expressiva parte da economia nacional. O descarte de cargas poluidoras em rios deve obedecer às diretrizes preconizadas na Resolução CONAMA 430/2011 que visa assegurar a qualidade ambiental dos recursos hídricos superficiais. A fim de atender as leis ambientais, muitos efluentes brutos antes

¹ *Programa de Engenharia Civil, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Email: josianebrito@coc.ufrj.br

² Departamento de Processos Inorgânicos, Escola de Química, UFRJ. Email: fabiana@eq.ufrj.br

³ Programa de Engenharia Civil, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Email: albertowebler@coc.ufrj.br

de serem lançados em um corpo receptor devem receber um tratamento prévio, em virtude de seu alto potencial poluidor.

Nesse contexto está inserido com destaque o setor da indústria têxtil, que gera grandes volumes de efluentes, que segundo Araújo *et al.* (2006), apresentam composição extremamente heterogênea e uma grande quantidade de material tóxico e recalcitrante, além de apresentar característica estética objetável, com uma forte coloração e uma expressiva quantidade de sólidos suspensos. Suas propriedades físico-químicas apresentam um amplo potencial poluidor, como um pH altamente flutuante, temperatura elevada, altas concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO), considerável quantidade de metais pesados, como Cr, Ni ou Cu, compostos organoclorados e surfactantes.

Por tais peculiaridades, Aksu (2005) esclarece que este efluente constitui-se um dos mais complexos e difíceis de serem tratados, além de serem estáveis a luz, ao calor e biologicamente não-degradáveis (Nassar, 1997).

Neste sentido, a adsorção é um processo unitário de tratamento que tem sido bastante utilizado para remoção efetiva da cor e tratamento de efluentes têxteis, sendo o carvão ativado o adsorvente mais empregado nesta prática, devido à sua intensa capacidade de adsorção. Tal capacidade está ligada principalmente à distribuição de tamanho de poros, área superficial e volume de poros. Assim, o processo envolve o transporte do corante da solução e a difusão das moléculas do corante para os poros do adsorvente. Contudo, a eficácia da técnica depende do tipo de carvão e das características do efluente (Soares, 1998).

A capacidade adsortiva do carvão ativado pode ser determinada a partir de modelos empíricos denominados isotermas de adsorção, sendo as duas mais utilizadas a de Freundlich e de Langmuir. Assim, o presente estudo teve como precípua intenção avaliar por meio das isotermas supracitadas a capacidade de remoção de cor em solução de corante reativo da indústria têxtil (Vermelho Drimaren X6BN) utilizando o processo de adsorção com carvão ativado em pó.

MATERIAL E MÉTODOS

Todo o procedimento experimental foi conduzido no Laboratório de Tratamento de águas e Reúso de efluentes - LABTare, da Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e baseou-se na Norma ASTM D 3860.

O adsorvente utilizado foi o carvão ativado em pó (CAP) que apresenta diâmetro aproximado < 0,1 mm, e é produzido pela Carbomafra S/A. O adsorvato utilizado foi o corante reativo C.I ReactiveRed 243 (Vermelho Drimaren X6BN) (Figura 1) na forma de pó, produzido pela Clariant.

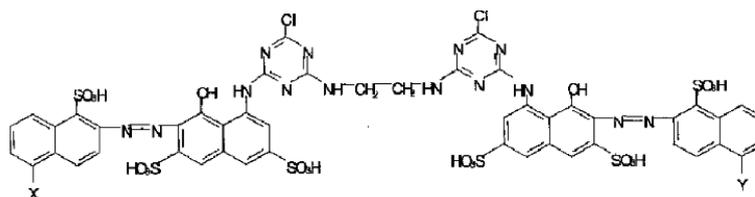


Figura 1 – Estrutura do corante C.I Reactive Red 243 (Vermelho Drimaren X6BN).

Foi preparado 1 litro de solução contendo 50 mg/L do corante a ser avaliado e primeiramente foi realizada uma varredura da absorbância no espectrofotômetro (UV mini-1240 Spectrophotometer

Shimadzu), com vários valores de comprimento de onda, a fim de se determinar o comprimento de onda de maior absorção.

Em 5 erlemmeyers foram adicionadas alíquotas de 100 mL da solução e quantidade suficiente de adsorvente para se ter as diferentes dosagens, conforme especificado na Tabela 1.

As amostras de soluções com diferentes dosagens de adsorvente foram colocadas no shaker (430/DB LabConte) à 200 rpm, à temperatura de 25 °C, sem controle de pH, por 2 horas. Após o tempo de contato pré-estabelecido as amostras foram retiradas e filtradas em membrana 0,45 µm, foi medido a ABS das amostras e determinado a concentração.

Tabela 1 - Esquema experimental para levantamento das isotermas.

Frasco	Massa de adsorvente (g)
1	0,02
2	0,04
3	0,10
4	0,2
5	0,5

Foram utilizadas as isotermas propostas por Freundlich (1962) (Equação 1) e por Langmuir (1918) (Equação 2).

$$\frac{x}{m} = (C_0 - C_e)V/m \quad (1)$$

$$1/\left(\frac{x}{m}\right) \times 1/C_e \quad (2)$$

Onde,

m: massa de adsorvente utilizada (g);

C₀: concentração inicial de corante (mg.L⁻¹) = 100 mg.L⁻¹;

C_e: concentração de equilíbrio do adsorvato na solução após a adsorção (mg.L⁻¹);

V: volume reacional (L).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais estão sintetizados na Tabela 2. A menor taxa de remoção efetiva do corante ocorreu ao utilizar uma massa de adsorvente de 0,02 mg, o que resultou em uma concentração de equilíbrio igual a 48 mg.L⁻¹, assim, houve uma remoção de 4,01% do adsorvato presente na solução.

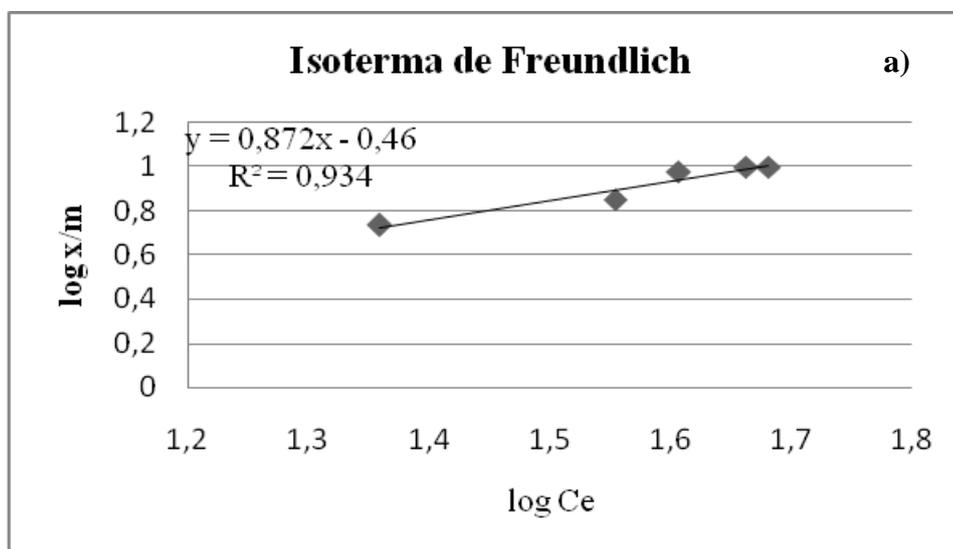
Tabela 2 - Resultados experimentais da avaliação de remoção de corante reativo utilizando carvão ativado em pó (CAP).

Massa de adsorvente (mg)	Absorbância	C_e (mg.L^{-1})	% de remoção de corante
0,02	1,3126	48,001	4,01
0,04	1,2593	46,015	7,98
0,1	1,1107	40,480	19,04
0,2	0,9858	35,827	28,34
0,5	0,6373	22,845	54,32

A taxa máxima de adsorção ocorreu ao utilizar uma massa de adsorvente de 0,5 mg. A condição de equilíbrio foi de 22,84 mg.L^{-1} , resultando em uma remoção de 54,32% do corante presente na solução. Os padrões aqui observados são condizentes com alguns estudos que também avaliavam a eficiência adsorvativa do carvão ativado (Borba *et al.* 2012; Costa *et al.* 2010; Dal Piva *et al.* 2011).

Diversos estudos são realizados com intuito de verificar o potencial adsorvativo de materiais alternativos; Vasques *et al.* (2011) reportaram que o lodo residual possibilitou uma remoção de corantes reativos de até 98%. Já Koirish *et al.* (2000) analisaram a eficiência da serragem e da alga marinha, e constatou taxas de adsorção, a uma concentração 5% de adsorvente, de 19,03 e 18,46%, respectivamente, valores bem inferiores em relação aos encontrados para o CAP nas mesmas condições.

A Figura 3 apresenta as isotermas de Freundlich e Langmuir, representando o perfil de adsorção do corante em função da concentração de equilíbrio. O aumento da força motriz, provocado pela diferença de concentração do corante na fase fluida e sólida, ocasiona o acréscimo na quantidade adsorvida, devido à transferência de massa por difusão. A agregação de moléculas do corante na superfície do adsorvente pode estar acompanhada da formação de outras camadas de adsorção, devido, possivelmente, às interações eletrostáticas das moléculas do corante (Silva *et al.* 2012).



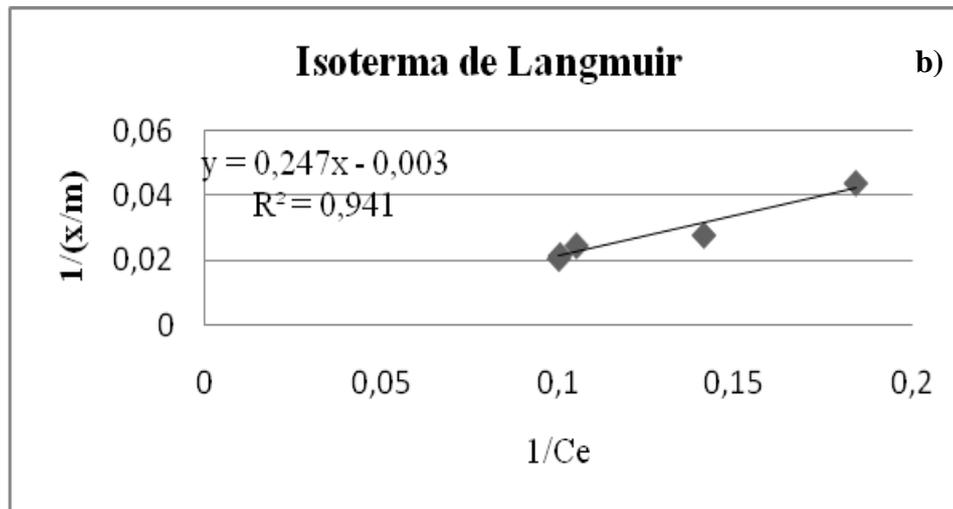


Figura 3 – Isotermas de adsorção de corante reativo em CAP: a) Freundlich; b) Langmuir.

O comportamento das duas curvas é bastante similar, apresentando-se de forma linear, sem expressar condições favoráveis ou desfavoráveis, contudo, com base nos valores do coeficiente de determinação (R^2) é possível constatar que a isoterma de Freundlich foi a que melhor representou o processo de adsorção de corante reativo em carvão ativado em pó.

Tal resultado se difere do apresentado por Dal Piva *et al.* (2011) em que a isoterma de Freundlich melhor representou o processo e as curvas eram côncavas, expressando que as isotermas eram bastante favoráveis ao processo de adsorção, possibilitando assim uma alta capacidade de remoção de corante mesmo em condições de baixa concentração de adsorvato.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais denotaram uma taxa de remoção de 54,32% do corante utilizando como adsorvato o carvão ativado em pó, sendo que as maiores taxas de remoção estavam relacionadas com as maiores massas de adsorvato, o que sugere que o processo pode ser mais efetivo utilizando uma maior quantidade de CAP, contudo é importante ponderar a viabilidade econômica, a fim de estipular uma quantidade ótima de adsorvato, que aumente as taxas de adsorção e não se torne onerosamente inviável.

A isoterma de Langmuir foi a que melhor representou o processo de adsorção, apresentando R^2 igual a 0,941.

REFERÊNCIAS

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

ARAÚJO, F. V. F.; YOKOYAMA, L.; TEIXEIRA, L. A. C. (2006). Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com H_2O_2/UV . *Química Nova*, 29, pp.11-14, 2006.

BORBA, C. E.; MÓDENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; BORBA, F. H.; BASSI, A. F.; RIBEIRO, C. (2012). Estudo da cinética e do equilíbrio de adsorção dos corantes azul turquesa QG e amarelo reativo 3R em carvão ativado. *ENGEVISTA*, 14, p p. 135-142.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 92, pp. 89-, 16 de maio de 2011, Seção 1.

COSTA, E. C.; BARBOSA, C. D. A. E. S.; MACHADO, J. A.; GARCIA, C. A. B. (2010). Estudo Comparativo de Adsorção do Corante Preto Sulphcolor utilizando o Carvão Ativo Convencional com o Bagaço da Cana-de açúcar In Natura e Tratada Quimicamente. *Scientia Plena*, 6, pp. 1-7.

DALPIVA, J. A. L.; SANTOS, O.; ANDRADE, C. M. G. (2011). Determinação e análise de isotermas de adsorção do corante azul 5G em leito fixo de carvão ativado. *Acta Scientiarum. Technology Maringá*, 33, pp. 435-438.

KOIRISHI, E. T.; BONAN, A. A.; ANDRADE, C. B.; SILVA, A. F.; SANTOS, W. L. F.; SILVA, C. F. (2000). Determinação de isotermas de adsorção de corante têxtil em carvão ativo, serragem e algas marinhas arribadas. *Acta Scientiarum*, 22, pp. 1185-1188.

NASSAR, M. M., MAGDY, Y. H. (1997). Removal of different basic dyes from aqueous solutions by adsorption on palm-fruit bunch particles. *Chemical Engineering Journal*, 66, pp. 223-226.

SILVA, D. S. A.; HOLANDA, C. A.; SANTANA, S. A. A.; BEZERRA, C. W. B.; SILVA, H. A. S. (2012). Adsorção do corante têxtil azul Remazol por pecíolo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.). *Caderno de Pesquisas*, 19, pp. 138-147.

SOARES, J. L. (1998). Remoção de corantes têxteis por adsorção em carvão mineral ativado com alto teor de cinzas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

VASQUES, A. R.; SOUZA, S. M. A. G. U.; WEISSENBERG, L.; SOUZA, A. A. U.; VALLE, J. A. B. (2011). Adsorção dos corantes RO16, RR2 e RR141 utilizando lodo residual da indústria têxtil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 16, pp. 245-252.