

APLICAÇÃO DA BIOMASSA DO AGUAPÉ *Eichornia crassipes* EM PÓ NA REMOÇÃO DE COR DO VERMELHO CONGO

Olinda A. CHAGAS (1); Bruno S. RIELLO (2); Lucas S. G. V. FERNANDES (2); Patrícia M. CARNEIRO (3); Hugo L. B. BUARQUE (1); Haroldo C. B. PAULA (4)

(1) Grupo de Pesquisa em Processos Químicos e Ambientais
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, 60.040-531, Fortaleza, Ceará
telefone/fax: +55 (85) 3307-3647 / +55 (85) 3307-3711,
E-mail: olindachagas@yahoo.com.br

(2) Colégio Christus – Núcleo de Pesquisa Christus – NPC. Rua João Carvalho, 630, Aldeota, 60140-140 Fortaleza, Ceará
E-mails: lcs.slls@gmail.com; bruno_s_riello@hotmail.com

(3) Departamento de engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, 60451-970, Fortaleza, Ceará
E-mail: pmmcarniero@yahoo.com.br

(4) Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do Ceará, 60451-970, Fortaleza, Ceará
E-mail: dqoi@ufc.br

RESUMO

O crescimento industrial pode trazer muitos malefícios ao meio ambiente, principalmente aos ecossistemas aquáticos devido ao lançamento de seus efluentes carregados de poluentes. Dentre estes podemos citar os corantes, oriundos do banho de lavagem do setor têxtil, gerando cor e pondo em risco a vida aquática. Por esse motivo, legislações vigentes recomendam que sejam tratados adequadamente antes da disposição final no meio ambiente. Neste contexto a biossorção tem se mostrado bastante atrativa, pois oferece vantagens como baixo custo operacional, minimização do volume rejeitos químicos e alta eficiência de remoção. Deste modo utilizou-se o aguapé da espécie *Eichornia crassipes* seco e macerado, como bioadsorvente na remoção do vermelho congo à partir de soluções aquosas sintéticas de 50 mg/L, a 30°C. Para a realização dos ensaios cinéticos contatou-se aproximadamente 0,02 g de biomassa com 15 mL da solução sintética do corante, já nos ensaios para avaliar a influência do pH, foi posto em contato aproximadamente 0,1 g do aguapé em pó com 100 mL de solução sintética. Os dados cinéticos experimentais se ajustaram bem ao modelo Elovich, demonstraram que o pH tem forte influência no processo de adsorção, sendo a faixa de pH neutra responsável por potencializar o percentual de remoção, bem como a capacidade adsorviva do biomaterial, o qual obteve percentuais de remoção de aproximadamente 87%, sendo, portanto, promissora a utilização do aguapé em pó como bioadsorvente no tratamento de efluentes líquidos contendo corantes sintéticos.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes, aguapé em pó, bioadsorção, vermelho congo

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento industrial, um número crescente de compostos orgânicos perigosos está sendo descarregado no ambiente, dentre eles estão os corantes os quais estão presentes nos efluentes de diversas indústrias, tais como a têxtil, de borracha, papel e plásticos (CHIOU et al., 2004). Vários estudos relatam que mesmo em baixas concentrações a presença de corantes nos corpos hídricos pode pôr em risco a vida aquática e a todos os seus consumidores, principalmente, devido ao efeito carcinogênico e mutagênico que trazem os corantes sintéticos (CHATTERJEE et al., 2010).

O vermelho congo é um corante sintético aniônico o qual contém seis anéis benzênicos, conforme Figura 1. Seus efeitos alérgicos e carcinogênicos são bem reportados na literatura e se deve, principalmente, ao metabolismo do benzeno presente em sua estrutura, o qual é bastante tóxico e de difícil degradação devida sua estrutura aromática bastante complexa ter grande estabilidade térmica, ótica e físico-química (HAN et al., 2008; CRINI, 2006).

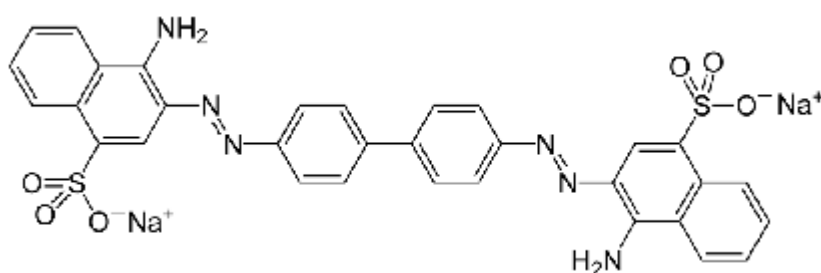


Figura 1 - Estrutura do vermelho congo (GUARATINI et al., 2000).

Embora, diversos tratamentos sejam utilizados na remoção de compostos orgânicos, os produtos da degradação ainda podem ser danosos ou em outros casos não serem degradáveis podendo ser dispostos no ambiente junto com os compostos tratados podendo causar problemas, pois podem chegar aos organismos através de diversas rotas como a bioacumulação (AKSU, 2005).

Deste modo, métodos bioadsorptivos têm recebido enorme atenção nos últimos anos para remoção da cor das águas de rejeito industriais, pois estes podem ser utilizados na recuperação ou descarte de efluentes industriais e, dessa forma, apresentar alta seletividade e eficiência, baixo custo relativo, bom desempenho de remoção e produzir efluentes de alta qualidade, quando comparada aos demais métodos. Estes processos utilizam as propriedades da estrutura superficial celular de diversos organismos como bactérias, fungos, plantas e algas para adsorver diversos corantes sintéticos industriais (KIMURA et al., 1999; AKSU, 2005).

Várias macrófitas já vêm sendo utilizadas como bioadsorvente na remoção de diferentes poluentes, dentre elas o aguapé da espécie *Eichornia crassipes* que já é utilizada com sucesso na recuperação de rios e lagos poluídos, pois suas raízes podem absorver grandes quantidades de substâncias tóxicas, além de formarem uma densa rede capaz de reter as mais finas partículas em suspensão. Esta planta é amplamente conhecida por necessitar de altas concentrações de nutrientes para seu desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2008; LAGOS et al., 2009).

Neste contexto, procurou-se aproveitar o grande potencial de purificação de efluentes desse vegetal, avaliando-se neste trabalho a capacidade bioadsorptiva da biomassa seca do aguapé *Eichornia crassipes* na remoção de um corante azóico, o vermelho congo, a partir de soluções aquosas sintéticas desse composto, bem como a influência do pH e da cinética sobre a capacidade bioadsorptiva. O Modelo cinético segundo Elovich foi ajustado aos dados experimentais obtidos.

2 METODOLOGIA

2.1 Produção do bioadsorvente

A biomassa utilizada nos processo bioadsorptivos é uma planta aquática da espécie *Eichhornia crassipe*, a qual foi coletada na Lagoa da Parangaba, localizada na cidade de Fortaleza no estado do Ceará, Brasil. Após a coleta as amostras foram conduzidas para o Laboratório de biopolímero (Labiopol) da Universidade Federal do Ceará (UFC), a fim de que se iniciasse o processo de tratamento do bioadsorvente.

Após a coleta a biomassa foi selecionada quanto à uniformidade de tamanho e forma, lavada em água corrente e mantida em contato com água deionizada por 24 horas. Após o período de contato, foi seca em estufa a 70°C por 72 horas. O material após a secagem foi macerado e armazenado em recipientes de polietileno.

2.2 Ensaios Bioadsorptivos

2.2.1 Estudo do pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é de grande importância para o tratamento de efluentes coloridos, pois afeta potencialmente o controle do processo de remoção da cor. A fim de se obter o pH ótimo do sistema, ou seja, a faixa de pH onde se obtém uma melhor adsorção de vermelho congo, utilizou-se erlenmeyers de 250 mL fechados contendo 0,1 g de bioadsorvente e 100 mL de soluções sintéticas de vermelho congo a uma concentração de 50 mg/L, em diferentes pH (4,5; 7,6 e 10,5). Após 72 horas as amostras foram lidas em espectrofotômetro de absorção molecular (UV/VIS) para determinação das concentrações.

2.2.2 Dados cinéticos de bioadsorção

Os ensaios cinéticos de bioadsorção foram conduzidos em batelada e em duplicata, contatando 15 mL das soluções aquosas sintéticas de vermelho congo 50 mg/L com aproximadamente 0,02 g do bioadsorvente avaliado, na melhor faixa de pH encontrada no experimento supracitado. Os sistemas foram avaliados à temperatura ambiente (30°C) e mantidos sob agitação constante de 150 rpm em “shaker” orbital (marca Nova Técnica, modelo NT232), por 72 horas para garantir que o equilíbrio fosse atingido, seguindo o método de imersão padrão em banho finito (ROUQUEROL, ROUQUEROL, 1999).

Para determinação da concentração de equilíbrio do sistema, após os ensaios bioadsorptivos, alíquotas do adsorptivo foram centrifugadas e lidas em espectrofotômetro UV/VIS no comprimento de onda 490 nm (adsorção máxima do corante), sobre uma curva de calibração pré-estabelecida, conforme Figura 2.

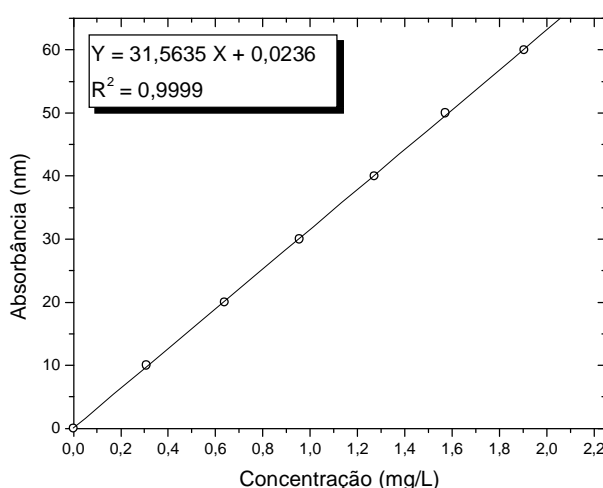


Figura 2 – Curva de calibração utilizada nos ensaios de bioadsorção do corante vermelho congo.

Procurando modelar o processo foi avaliado um modelo cinético para ajuste aos dados experimentais. Este modelo seguiu a equação Elovich e pode ser representado pela seguinte equação:

$$q_t = \frac{1}{b} \ln(ab) + \frac{1}{b} \ln(t + t_0) \quad [\text{Eq. 1}]$$

onde a e b são os parâmetros da equação, t é o tempo e $t_0 = 1/ab$. A equação Elovich tem grande aplicação em cinéticas de adsorção e tem se ajustado de maneira satisfatória aos sistemas mais lentos (CHEUNG et al., 2000).

3 RESULTADOS

3.1 Influência do pH na bioadsorção de vermelho congo

A Figura 3 mostra que o pH do meio desempenha um papel fundamental na remoção de corantes. Os resultados obtidos mostraram que a remoção foi mais efetiva na faixa de pH variando de neutro a ácido, onde vai haver maior dissociação do corante. Tendo o maior percentual de remoção em pH 7,6, aproximadamente 87%, seguido do ensaio em pH 4,5, com percentual de remoção de vermelho congo de aproximadamente 82%, porém neste pH não houve a descoloração do efluente sintético, e sim a mudança de cor, de vermelho para roxo, descaracterizando o corante. Por isso considerou-se ideal àquele com pH 7,6, onde houve a descoloração do efluente sintético, conforme mostra a Figura 4. Já em pH elevado houve um decréscimo da remoção do corante azo, aproximadamente 65%, em pH 10, o que pode ser explicado pela presença de grupos aniônicos ionizáveis em pH alcalino (ZAWAHRY, KAMEL, 2004).

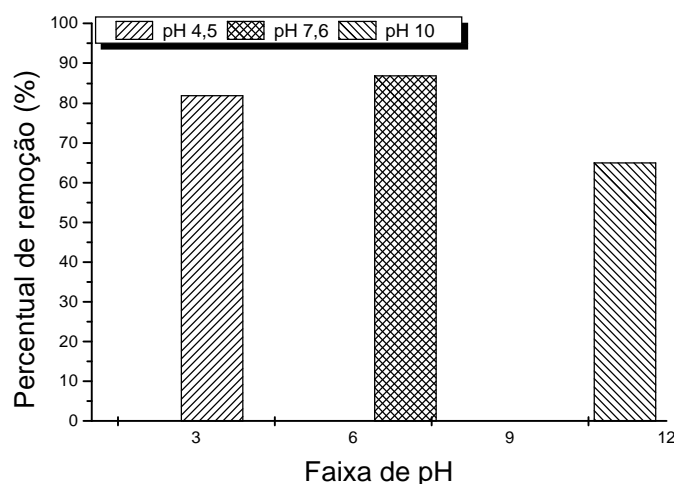


Figura 3 – Gráfico da influência do pH nos processos de bioadsorção do vermelho congo.

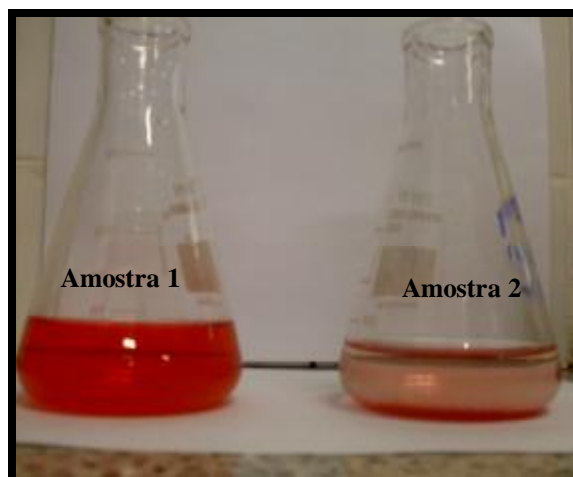


Figura 4 - Comparação visual da cor do efluente sintético antes (amostra 1) e depois (amostra 2) do experimento de biossorção em pH 7,6.

3.2 Cinética de adsorção

Para obtenção dos dados cinéticos foi utilizada a condição otimizada de pH, já encontrada no experimento supracitado. O bioadsorvente permaneceu em contato com as soluções sintéticas do corante por 72 horas. A partir da curva cinética de biossorção de vermelho congo (Fig. 5), verifica-se que o aguapé em pó tem um elevado potencial adsorptivo na remoção de corante azo em efluentes têxteis sintéticos. O modelo cinético utilizando a equação de Elovich se ajustou bem aos dados experimentais em estudo, o que pode ser corroborado por Taylor et al (1995) e Juang e Chen (1997), os quais utilizaram este modelo para ajustar seus dados cinéticos de remoção de poluentes.

A curva cinética de remoção do composto orgânico em estudo demonstra que em 72 horas já iniciava o equilíbrio do sistema, com capacidade máxima de bioadsorção de aproximadamente 30 mg de corante/ g de bioadsorvente. A cinética de equilíbrio de todo o processo bioadsorptivo foi de e aproximadamente 3 dias, o que significa dizer que a interação do bioadsorvente com o corante aniônico em estudo é forte, haja vista que em estudos com corantes aniônicos o tempo para que o sistema comece a entrar em equilíbrio é de aproximadamente 7 dias (CHAVES *et al*, 2007). O grande potencial de remoção de corantes por biomateriais pode ser devido às interações entre as cargas da molécula de corante e das cargas presentes na superfície da biomassa. Estes resultados confirmam as observações de Maurya et al. (2005) e de Fu e Viraraghavan (2001).

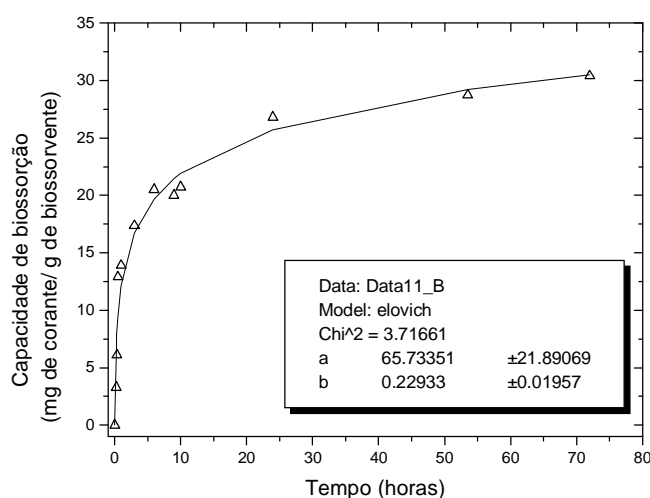


Figura 5– Modelo cinético de biossorção do corante vermelho congo em biomassa seca de *Eichhornia crassipes*. Pontos são os dados experimentais e as linhas são os modelos cinéticos de pseudo-segunda ordem ajustados aos dados.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, observou-se que o pH tem forte influência no processo de bioadsorção, sendo a faixa de pH neutro responsável por potencializar a remoção de vermelho congo por biomassa do aguapé em pó, percentual de remoção de aproximadamente 87%, à partir de soluções sintéticas do corante vermelho congo numa concentração de 50 mg/L.

O estudo cinético revelou que o sistema começa a entrar em equilíbrio à partir de 72 horas de ensaio, onde a capacidade máxima de bioadsorção foi de aproximadamente 30 mg de corante/ g de bioadsorvente, demonstrando que a utilização da biomassa do aguapé *Eichhornia crassipes* como bioadsorvente é bastante promissora no tratamento em condições ambientes de efluentes líquidos contendo corantes sintéticos.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Labiopol pela disponibilização da biomassa, ao LQA por ceder as instalações para a execução desse trabalho e ao Colégio Christus pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

AKSU, M.; Value **Relevance of Troubled debt restructurings and policy implications**. In: Journal of Restructuring Finance, Vol.2 (2), p. 111-130, 2005.

CHATTERJEE, S.; GIRI, S.; DE, S. K.; MAJUMDAR, S. **Kinetics of the field-induced resistivity jump in $\text{Ni}_2\text{Mn}_{1.36}\text{Sn}_{0.64-x}\text{Ga}_x$ alloys**. Phys. Rev. v. 81, 2010.

CHAVES, K. O.; GOMES, R. B.; ARAÚJO, R. S.; BUARQUE, H. L. B. **Cinética da adsorção de corante índigo carmim em Biomassa fúngica morta de aspergillus niger tratado alternadamente com soluções ácida e alcalina**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa - PB – 2007.

CHEUNG, C. W.; PORTER, J. F.; MCKAY, G. **Elovich equation and modified second-order equation for sorption of cadmium ions onto bone char**. Department of Chemical Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong Journal of Chemical Technology and Biotechnology J Chem Technol Biotechnol 75, p. 963-970, 2000.

CHIOU, M.S.; HO, P.Y.; LI, H.Y., **Adsorption of anionic dyes in acid solutions using chemically cross-linked chitosan beads**. Dyes Pigments 60, p. 69–84, 2004.

CRINI, G., **Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review**. Bioresour. Technol. 97, 1061–1085. 2006.

FU, Y.; VIRARAGHAVAN, T. **Fungal decolorization of dye wastewaters: a review**. Bioresource Technology, v. 79, p. 251 – 262, 2001.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B; **Corantes têxteis**; Química nova, n. 23, 2000.

GONÇALVES, J. A. C.; LINDINO, C. A.; ROSA, F. A.; BARICCATTI, R.; GOMES, G. D. **Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando a macrófita aquática (*Eichhornia crassipes*) como bioindicador**. Acta Scientiarum. Technology, v. 30, n. 1, p. 9-14, 2008.

HAN, R.; DING, D.; XU, Y.; ZOU, W.; WANG, Y.; LI, Y., ZOU, L. **Use of rice husk for adsorption of congo red from aqueous solution in column mode**. Bioresour. Technol. 99, p. 2938–2946, 2008.

JUANG, R.; CHEN M. **Application of the Elovich equation to the kinetics of metal sorption with**

solvent-impregnated Resins. Ind. Engng Chem. Res. 36, p. 813-820, 1997.

LAGOS, A., C.; URRUTIAA R.; DECAPA J.; MARTÍNEZB M. **Eichhornia crassipes used as tertiary color removal treatment for Kraft mill effluent.** Environmental Science Center EULA-Chile, Universidad de Concepción, P.O. Box 160-C, Concepción-Chile Department of Microbiology, Biological Sciences Faculty, Universidad de Concepción, P.O. Box 160-C, Concepción p. 45–54, 2009.

KIMURA, T.; TOMIOK, Y.; KUMAI, R.; OKIMOTO, Y.; TOKURA Y. **Diffuse phase transition and phase separation in cr-doped $nd_{1/2}ca_{1/2}mno_3$: a relaxor ferromagnet.** Phys. Rev. Lett. 83, p. 3940–3943, 1999.

MAURYA, N.,S.; MITTAL, A., K.; CORNEL, P.; ROTHER, E. **Biosorption of dyes using dead macro fungi: effect of dye structure, ionic strength and pH.** Bioresource technology 97 , 512-522, 2006.

ROUQUEROL, F.; ROUQUEROL, J.; SING, K. **Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications**, ed. Academic Press, San Diego – EUA, 1999.

TAYLOR, R. W.; HASSAN K.; MEHADI A. A.; SHUFORD J. W. **Kinetics of zinc sorption by soils.** Commun. Soil Sci. Plant Anal. 26(11&12), p. 1761-1771, 1995.

ZAWAHRY, M .M .EL.; KAME, M. M. **Removal of azo and anthraquinone dyes from aqueous solutions by Eichhornia Crassipes.** Wat Res 38(13), p. 2967-72, 2004.