

Uso de resíduos tratados para adsorção do corante azul brilhante remazol em efluente sintético**Use of treated waste for adsorption of brilliant blue dye remazol in synthetic effluent**

DOI:10.34117/bjdv5n10-205

Recebimento dos originais: 19/09/2019

Aceitação para publicação: 08/10/2019

João Paulo Silva Fernandes

Acadêmico de Engenharia Química

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

Endereço: Rua Dois, Número 300 - Village do Lago I, Montes Claros, Brasil.

Email: jpsf@aluno.ifnmg.edu.br

Cláudia Aparecida Fernandes Pereira

Engenheira Química

Doutoranda em Biocombustíveis

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Rodovia MGT 367 Km 583, 5000 - Alto da Jacuba, Diamantina, Brasil

E-mail: claudiafernandeseq@hotmail.com

Anna Labelle Alves Correa

Engenheira Química

Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros

Praça da Tecnologia, 77 - Alto São João, Montes Claros, Brasil

E-mail: annacorrea036@gmail.com

Larissa Bicalho Pimenta

Engenheira Química

Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros

Praça da Tecnologia, 77 - Alto São João, Montes Claros, Brasil

E-mail: larissabicalhopimenta@hotmail.com

Alice Lopes Macedo

Doutora em Biocombustíveis

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Rodovia MGT 367 Km 583, 5000 - Alto da Jacuba, Diamantina, Brasil

E-mail: alicelopesm@hotmail.com

Paulo Henrique Fidêncio

Doutor em Química e Professor na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: Rodovia MGT 367 – Km 583, nº 5000. Bairro Alto da Jacuba Diamantina

Email: paulo.fidencio@ufvjm.edu.br

RESUMO

A conservação ambiental e a reutilização de insumos têm sido temas de grande discussão em relação às indústrias químicas. Diversos trabalhos sugerem o uso de resíduos abundantes, de matriz porosa, na adsorção de contaminantes químicos. Esse trabalho buscou comparar o potencial de adsorção dos adsorventes sílica, lodo e bagaços de cana e de malte como formas de remover o corante azul brilhante remazol em efluente sintético. Avaliou-se a influência da massa e as isotermas de adsorção pelo modelo de Freundlich. O bagaço de cana foi o adsorvente que mais sofreu variação com o aumento da massa, enquanto o de malte teve a melhor adsorção na maior massa utilizada. Pelos resultados dos parâmetros de Freundlich, verificou-se que apesar de tratamentos físico-químicos o lodo e a sílica não apresentaram melhores desempenhos. Os bagaços de cana e de malte tiveram isotermas favoráveis por possuírem superfícies heterogêneas e disformes fazendo com os sítios não fossem ocupados da mesma forma. Os bagaços *in natura*, também, tiveram maiores constantes de Freundlich e, portanto, maiores energias médias de adsorção, enquanto os demais tiveram valores insignificantes.

Palavras chave: Resíduos. Pré-tratamento. Adsorção.

ABSTRACT

Environmental conservation and reuse of inputs have been hotly debated in relation to the chemical industries. Several studies suggest the use of abundant porous matrix residues in the adsorption of chemical contaminants. This work aimed to compare the adsorption potential of silica, silt and sugarcane bagasse adsorbents as a way to remove the brilliant blue dye remazol in synthetic effluent. The influence of mass and adsorption isotherms was evaluated by the Freundlich model. Sugarcane bagasse was the adsorbent that had more variation with the increase in mass, while malt bagasse had the best adsorption in the largest mass used. From the results of the Freundlich parameters, it was found that despite physical-chemical treatments, sludge and silica did not perform better. The sugarcane and malt bagasse had favorable isotherms because they had heterogeneous and misshapen surfaces making the sites not occupied in the same way. In natura bagasse also had higher Freundlich constants and, therefore, higher mean adsorption energies, while the others had insignificant values.

Keywords: Waste. Pretreatment. Adsorption

1. INTRODUÇÃO

A indústria e o governo tornaram mais conscientes da necessidade de tratar os efluentes industriais e reduzir a poluição dos rios. As normas para a qualidade de águas residuais estão gradualmente se tornando mais rígidas e novos tratamentos estão sendo continuamente investigados e desenvolvidos. Numerosos tipos de materiais residuais são usados em métodos padrões para tratamento de água (Poots, McKay & Healy, 1976).

Embora o carvão ativado remova os corantes da solução, eles continuam presentes em uma forma mais concentrada e tóxica, e assim sua eliminação segura aumenta ainda mais os custos. Portanto, existe potencial para que o processo de remoção de corante por adsorção seja

mais viável economicamente observando o uso de biossorventes de menor custo (Robinson, Chandran & Nigam, 2002). Sendo assim, o presente trabalho teve por principal objetivo comparar materiais residuais para adsorção de corante.

2. METODOLOGIA

a) Pré-tratamento dos resíduos

Para ambos os bagaços (Malte e Cana) realizou-se os mesmos procedimentos. Sendo assim, houve a remoção das impurezas através de água corrente e mili-Q. Para secagem, os materiais foram submetidos à secagem por 24 horas em temperatura de 105°C. Posteriormente, fez-se a pulverização em liquidificador industrial para aumento da superfície de contato (Gaebrin, 2014).

Conforme metodologia descrita por Pereira et al. (2018), na obtenção da sílica realizou-se lavagem das cascas de arroz com ácido clorídrico a 10% numa proporção de 1:9 m/v. Em seguida, o material foi levado a uma autoclave à temperatura de 121°C e 1,5 kgf cm⁻² de pressão em 1 hora. Depois, fez-se outra lavagem com água mili-Q até neutralização para secagem em estufa. Por último, as cascas tratadas foram calcinadas a 650°C em 4 horas no forno mufla.

Uma mistura de proporção de 2:1 m/m de lodo e hidróxido de potássio (KOH) foi colocada na mufla a 550°C durante 45 minutos. Obtido o carvão procedeu-se para a sua ativação com a lavagem a partir de ácido clorídrico (HCl) usando-se 18,75mL para cada grama da cinza obtida. A mistura permaneceu à 27°C sob agitação constante por cerca de 2 horas e em seguida foi filtrada com água quente à 90°C e acondicionada na estufa à 150°C por 24 horas (Lopes, 2016).

b) Construção da curva analítica

A construção da curva padrão com a absorbância em função de diferentes concentrações da solução de corante é de fundamental importância para o trabalho, uma vez que ela permite as determinações das concentrações de equilíbrio, com isso, a partir de soluções de até 200 mg L⁻¹ do efluente sintético fez-se a leitura em espectrofotômetro da absorbância (modelo NOVA 1600UV com faixa de 190-1100 nm). O comprimento utilizado foi de 580 nm (SILVA, 2017).

c) Influência da massa

Conforme mostrado por Zanutto & Silva (2016), a relação entre a massa de adsorvente e a quantidade de corante removido é importante para que se estude a viabilidade do processo

de adsorção. Dito isso, o estudo da influência da massa foi feito na faixa de 0,2 a 2 gramas e volume fixo de 20 mL de efluente sintético nas mesmas condições operacionais: rotação = 200 rpm; Tempo = 1 h; Temperatura = 30°C; pH=7,3; C=200 mg L⁻¹.

d) Isotermas de Adsorção

O ensaio de isoterma foi realizado em um *shaker* a 200 rpm e 30°C por 1 hora. Utilizou-se soluções de 40 a 200 mg L⁻¹, preparadas a partir de uma solução padrão de 500 mg L⁻¹ do corante azul brilhante remazol. Ao final do processo, as amostras foram filtradas e tiveram as absorvâncias (concentrações de equilíbrio) lidas em espectrofotômetro. A partir do modelo de Freundlich e os dados de capacidade de adsorção, linearizou-se para obtenção dos parâmetros da Equação 1.

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (1)$$

3. RESULTADOS

Figura 1 – (a) Curva padrão do corante; e, (b) Influência da massa

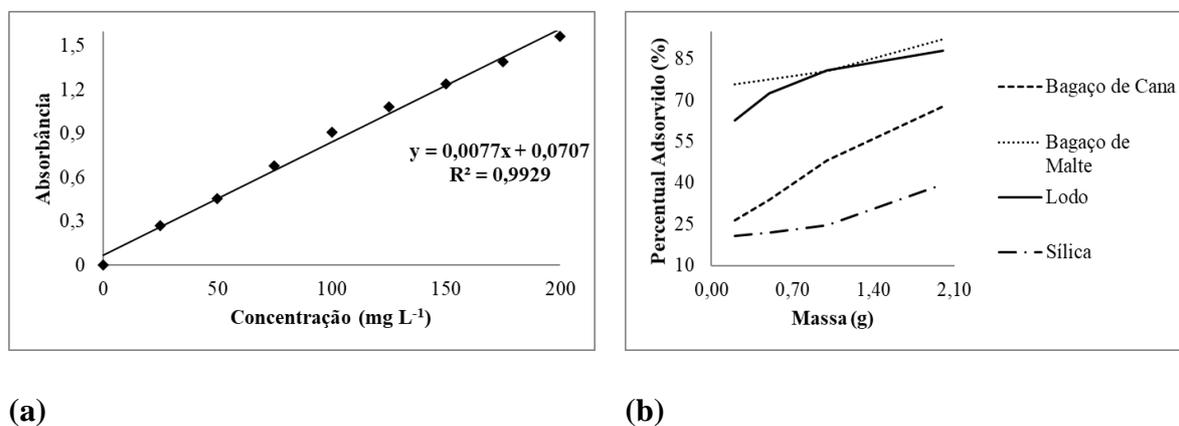


Figura 2 – Isoterma (Modelo de Freundlich): (a) Lodo ativado; e, (b) Sílica

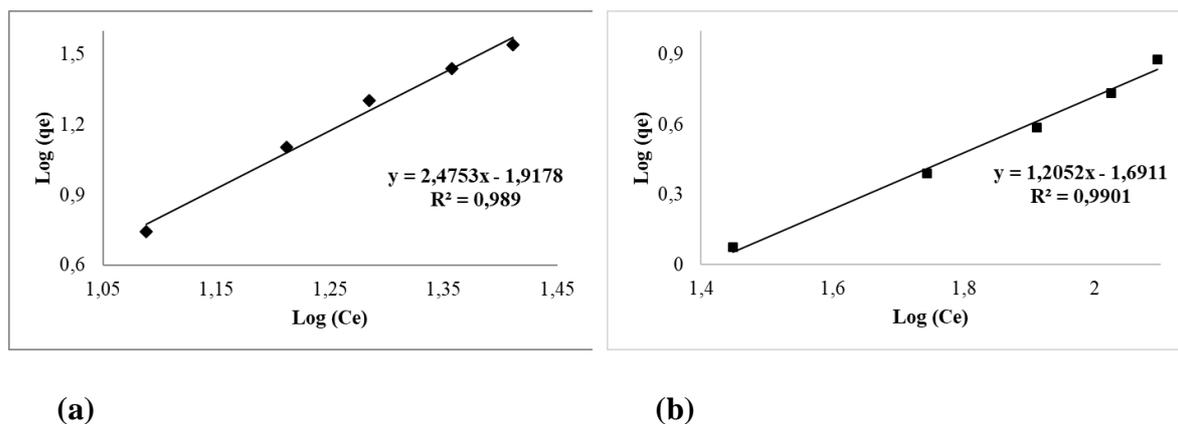


Figura 3 – Isoterma (Modelo de Freundlich): (a) Bagaço de Malte; e, (b) Bagaço de Cana

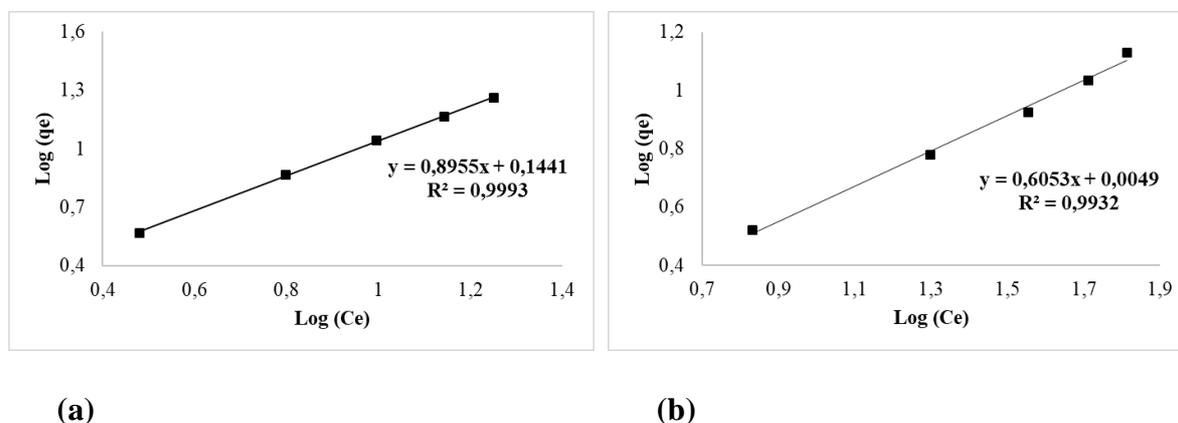


Tabela 1 – Parâmetros do modelo de Freundlich para os 4 (quatro) adsorventes

Adsorvente	K_F ($\text{mg}^{1-(1/n)} (\text{g}^{-1}) \text{L}^{1/n}$)	$1/n$	n
Lodo	$0,012 \pm 0,001$	$2,4753 \pm 0,052$	$0,403 \pm 0,003$
Sílica	$0,020 \pm 0,003$	$1,2052 \pm 0,033$	$0,829 \pm 0,001$
Bagaço de Malte	$1,393 \pm 0,041$	$0,8955 \pm 0,004$	$1,116 \pm 0,020$
Bagaço de Cana	$1,011 \pm 0,034$	$0,6053 \pm 0,001$	$1,652 \pm 0,014$

4. DISCUSSÃO

Pela Figura 1a observa-se a curva padrão construída para o efluente sintético, em que pelo coeficiente de correlação verifica-se que 99,6% das variações da absorvância podem ser explicadas pela concentração. A absorvidade molar encontrada foi de $0,0077 \text{ L mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Já atentando-se a influência da massa representada em 1b, verificou-se que o bagaço de malte foi o adsorvente que apresentou melhor capacidade adsortiva para todas as quantidades de

massa, porém, apresentou pouca variação com o aumento. Para quantidades de adsorventes próximas a 1 g os bagaços se comportaram da mesma forma. O lodo e a sílica tiveram variação razoável com o aumento da massa. Mesmo com o tratamento físico-químico as cinzas da casca de arroz apresentaram o pior desempenho.

Nas Figuras 2, 3 e 4 para o modelo de Freundlich (equação 1), todas as regressões apresentaram boas correlações ($r \geq 0,994$), dessa forma, os parâmetros obtidos são passíveis de análises conforme a literatura. Pela Tabela 1, verifica-se que das constantes de Freundlich (K_F), as dos bagaços de malte e de cana apresentaram valor mais expressivo, sendo assim, para esses adsorventes as energias médias de adsorção foram maiores, já a do lodo e da sílica foram quase insignificantes. Quanto ao parâmetro $1/n$ verifica-se que o valor para a sílica ficou próximo a 1 mostrando a tendência para tipo de isoterma linear enquanto para o lodo o valor foi maior que 1 mostrando maior atração do solvente pelo adsorvente. Por último, o parâmetro n mostra que os bagaços de malte e de cana apresentam isotermas favoráveis ($1 < n < 10$) (Nascimento et al., 2014; Cooney, 1999; Delle-Site, 2001).

5. CONCLUSÃO

A partir da metodologia empregada e dos resultados obtidos, verifica-se que os adsorventes usados constituem alternativas para adsorção do corante azul brilhante remazol. O objetivo da pesquisa foi alcançado ao verificar, em comparação, que mesmo realizando tratamentos físico-químicos para a sílica e o lodo, os bagaços de cana e de malte *in natura* apresentaram melhores resultados devido às superfícies heterogêneas.

6. NOMENCLATURA

q_e – quantidade de soluto adsorvido (mg g^{-1});

C_e – concentração de equilíbrio em solução (mg L^{-1});

$1/n$ – constante relacionada à heterogeneidade da superfície (-);

K_F – constante de capacidade de adsorção de Freundlich ($\text{mg}^{1-(1/n)} (\text{g}^{-1}) \text{L}^{1/n}$).

REFERÊNCIAS

COONEY, D. O. *Adsorption Design for Wastewater Treatment*. Florida: CRC Press, 1999.

DELLE-SITE, A. *Factors affecting sorption of organic compounds in natural sor-bent/water systems and sorption coefficients for selected pollutants*. A review. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, v. 30, p. 187-439, 2001. Disponível em: <<http://www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd598.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

GAEBRIN, G. O. *Secagem do bagaço de cana-de-açúcar e estudo da sua aplicação na remoção de metal pesado*. Paraná: Toledo, 2014. [Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UNIOESTE];

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; VIDAL, C. B.; MELO, D. Q.; RAULINO, G. S. C.; *Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais*, 1a. Ed., Imprensa Universitária: Fortaleza-Ceará, 2014.

PEREIRA, C. A. P.; MACEDO, A. L.; FIDENCIO, P. H.; FABRIS, J. D.; FERNANDES, J. P. S. *Síntese de catalisador heterogêneo a partir da sílica extraída da casca de arroz e iodeto de potássio para a aplicação em Tereações de produção de biodiesel*. Maranhão: São Luís, 2018. Anais do 58º Congresso Brasileiro de Química;

POOTS, V. J. P.; MCKAY, G.; HEALY, J. J. *The removal of acid dye from effluent using natural adsorbents—I peat*, *Water Research*, Volume 10, 1976, 1061-1066.

ROBINSON, T.; CHANDRAN, B.; NIGAM, P. *Removal of dyes from a synthetic textile dye effluent by biosorption on apple pomace and wheat straw*, *Water Research*, 2002, 2824-2830.

SILVA, A. B. C.; ANDRADE, R. M. F.; FREIRE, F. B.; NAGALLI, A.; CARVALHO, K. Q.; PASSIG, F. H.; KREUTZ, C. *Análise da utilização de cerâmica vermelha como adsorvente na remoção do corante têxtil Direct Blue de uma solução aquosa*, *Revista Matéria*, v. 22, n. 3, 2017;

ZANUTTO, A.; SILVA, B. C. *Avaliação do bagaço de malte como biossorvente do corante amarelo Reafix B2R*. Paraná: Ponta Grossa, 2016. [Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química da UFTPR];