



USO DE RESÍDUOS TRATADOS PARA ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL BRILHANTE REMAZOL EM EFLUENTE SINTÉTICO

J. P. S. FERNANDES¹, A. L. A. CORREA², L. B. PIMENTA², J. T. CLARO², C. A. F. PEREIRA³

¹ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Química

² Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros, Faculdade de Engenharia Química

³ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: jpsf@aluno.ifnmg.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.

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 absorbâncias (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

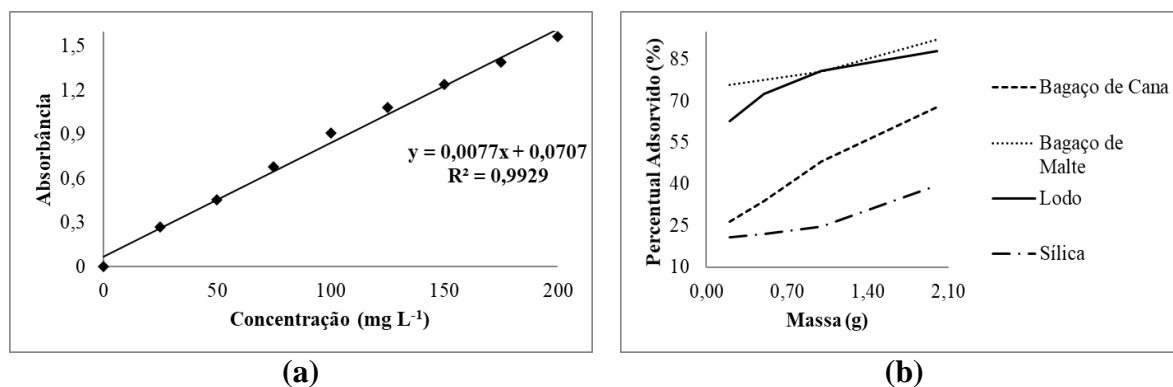


Figura 2 – Isoterma (Modelo de Freundlich): (a) Lodo ativado; e, (b) Sílica

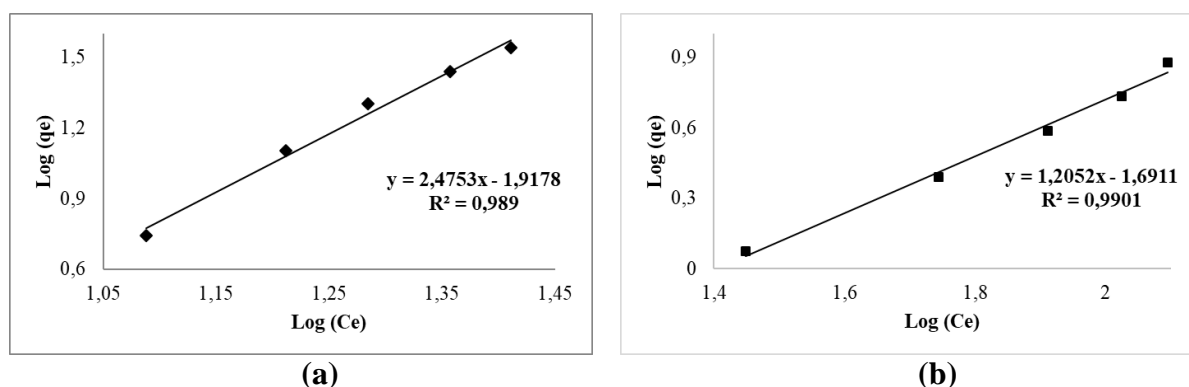


Figura 3 – Isoterma (Modelo de Freundlich): (a) Bagaço de Malte; e, (b) Bagaço de Cana

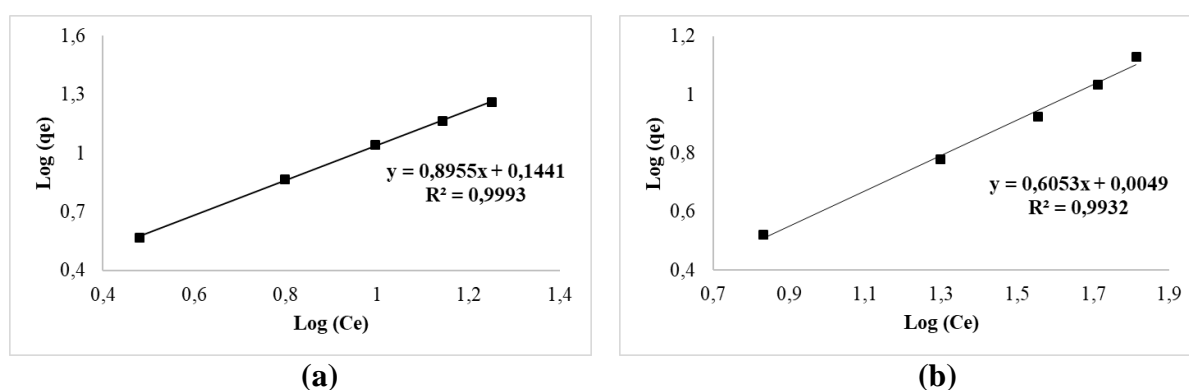


Tabela 1 – Parâmetros do modelo de Freundlich para os 4 (quatro) adsorventes

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

7. 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 bioissorvente do corante amarelo Reafix B2R*. Paraná: Ponta Grossa, 2016. [Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química da UFTPR];