

II-281 – UTILIZAÇÃO DE BAGAÇO DE CANA COMO BIOADSORVENTE PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE CONTENDO CORANTES

Matheus Regino Faria Bernardes⁽¹⁾

Técnico em Química Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG). Graduando em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Patrícia Procópio Pontes⁽¹⁾

Engenheira Química. Mestre e Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Amazonas 5253 – Nova Suíça - Belo Horizonte - MG - CEP: 30421-169 - Brasil - Tel: (31) 3319-7151 - e-mail: patriciaprocopio@yahoo.com.br

RESUMO

A indústria têxtil origina em seu processamento efluentes líquidos coloridos com composição química tóxica para os homens e para o meio ambiente. A realização de tratamento do efluente gerado, utilizando preferencialmente processos de baixo custo, é necessária para que ele possa ser lançado no corpo d'água e/ou ser reutilizado na própria empresa. A adsorção é uma das alternativas mais eficientes para tratamento avançado de efluentes e é utilizada pelas indústrias para reduzir a concentração de poluentes orgânicos e inorgânicos em efluentes. O presente trabalho buscou estudar a aplicabilidade do bagaço de cana como adsorvente para a remoção de corantes têxteis de efluentes. Para desenvolvimento da pesquisa, foram realizados experimentos em triplicata, utilizando diferentes proporções da amostra de adsorvente em relação ao volume do efluente sintético contendo corante azul de metileno. Os adsorventes foram mantidos em contato com o efluente para diferentes tempos de contato realizando-se agitação mecânica a 25°C. Para avaliação da eficiência do processo de tratamento, foram analisadas amostras do efluente antes e após o tratamento. Os resultados obtidos indicaram uma eficiência de até 98,6% na remoção do corante utilizando bagaço de cana como adsorvente.

PALAVRAS-CHAVE: Bioadsorvente, bagaço de cana, corante.

INTRODUÇÃO

Corantes têxteis são altamente tóxicos para os ecossistemas e para a vida aquática. A presença de corantes na água dificulta a passagem da luz e a fotossíntese das plantas aquáticas. Estima-se que 12 a 14% de corantes têxteis sejam descarregados para o corpo d'água durante o processo de tingimento (SAFA & BHATTI, 2011). A natureza recalcitrante dos modernos corantes sintéticos ocasiona a necessidade de normas ambientais mais rigorosas (PEARCE et al, 2003). Diferentes tipos de corantes são utilizados nas indústrias podendo-se citar os corantes reativos, diretos, azoicos, ácidos, de enxofre e dispersivos. Os corantes pertencentes à família dos azocorantes, representam 60% dos corantes atualmente utilizados. Alguns estudos indicam que a biotransformação desse corante possa resultar em formação de aminas, benzidinas e outros intermediários com potencialidade carcinogênica (GUARATINI & ZANONI, 2000).

Existem várias técnicas de remoção de corantes que já são empregadas na indústria têxtil, porém nenhuma delas mostra-se altamente eficiente a um custo relativamente baixo. Efluentes contendo corantes são tratados normalmente por processos de coagulação e floculação, filtração, troca iônica, irradiação, precipitação e ozonização. Processos oxidativos avançados também podem ser utilizados, mas apresentam alto custo e risco de formação de compostos intermediários (GUARATINI & ZANONI, 2000). Essas tecnologias são geralmente menos eficazes na remoção de cor, mais caras e menos adaptáveis a uma grande variedade de efluentes contendo corantes. Uma combinação de técnicas, tais como tratamento biológico ou coagulação seguido de adsorção, pode ser utilizada para proporcionar um tratamento eficaz de águas residuais coloridas a um custo adequado permitindo o atendimento aos padrões de lançamento.

A adsorção é uma das alternativas mais eficientes para tratamento avançado de efluentes e é utilizada pelas indústrias para reduzir a concentração de poluentes orgânicos e inorgânicos em efluentes. Muitas indústrias têxteis utilizam carvão ativado para a remoção de corantes. Várias pesquisas indicam a viabilidade de aplicação de adsorventes de baixo custo derivados de materiais naturais, resíduos sólidos industriais, subprodutos agrícolas (YAGUB et al. 2014), mas ainda são necessários maiores estudos sobre esses bioadsorventes e sobre a otimização desses processos (SAFA & BHATTI, 2011). Pesquisas indicam que a serragem pode ser utilizada como um adsorvente de baixo custo para a remoção de corantes, podendo-se citar sua aplicabilidade para os corantes verde malaquita (HAMEED et al, 2008), corantes complexos metálicos (OZACAR & SENGIL, 2005) e azul de metileno (LATIF et al, 2010). O carvão ativado obtido a partir de bagaço de cana de açúcar também apresenta potencial para uso como adsorvente (AZHAR et al.,2005).

O presente trabalho buscou avaliar a utilização de alternativas ao carvão ativado comercial que apresentem potencial adsorvente e um menor custo. Assim, foi avaliado o uso do bagaço de cana como bioadsorvente para a remoção de corantes de efluentes. Realizou-se, ainda, a caracterização inicial e final do efluente utilizado no processo de tratamento e avaliou-se o efeito do pré-tratamento do adsorvente e da granulometria no processo de adsorção.

MATERIAIS E MÉTODOS

PREPARO DO ADSORVENTE

Para realização de tratamento químico do bagaço de cana, realizou-se inicialmente a sua redução de tamanho, em seguida, o bagaço foi mantido em contato com uma solução $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ de H_2SO_4 durante 1 hora (200 g de adsorvente para 1 litro de solução). Realizou-se, ainda, a lavagem do adsorvente com água até que o pH da água de lavagem atingisse um valor entre 6,0 e 8,0. Após a lavagem, realizou-se a secagem do adsorvente a 120°C . Para realização do tratamento com base, o mesmo procedimento foi realizado utilizando solução de $\text{NaOH } 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

Após o tratamento do adsorvente, realizou-se o seu peneiramento e separação em faixas granulométricas. As faixas granulométricas utilizadas para o adsorvente foram: acima de 0,84 mm; entre 0,84 mm e 0,50 mm e abaixo de 0,50 mm.

EXPERIMENTOS DE ADSORÇÃO

Para realização dos experimentos de adsorção, utilizou-se inicialmente 50 mL de solução com azul de metileno que foi mantida em contato com o adsorvente para diferentes tempos de contato e diferentes concentrações da solução. Os experimentos foram realizados em triplicata, realizando-se agitação mecânica a 150 rpm (rotações por minuto) em agitador orbital na temperatura ambiente. Após o processo de adsorção, realizou-se análise do efluente tratado em espectrofotômetro UV-Visível a 665 nm para avaliação da eficiência do tratamento para diferentes tempos de contato. Foram utilizados tempos de contato de 20 a 60 minutos. Um resumo das condições experimentais é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Experimentos de adsorção com o corante azul de metileno

Experimento	Tratamento do bagaço de cana
1	Bagaço de cana com tratamento ácido e granulometria > 0,84 mm
2	Bagaço de cana com tratamento ácido e granulometria entre 0,84 e 0,50 mm
3	Bagaço de cana com tratamento ácido e granulometria < 0,50 mm
4	Bagaço de cana com tratamento básico e granulometria > 0,84 mm
5	Bagaço de cana com tratamento básico e granulometria entre 0,84 mm e 0,50 mm
6	Bagaço de cana com tratamento básico e granulometria < 0,50 mm

CARACTERIZAÇÃO DO ADSORVENTE

A análise do adsorvente em relação à estrutura dos poros foi realizada no equipamento de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de bancada, modelo HITACHI TM3000. Este modelo possui tensão de aceleração de 5 quilovolts (kV), 15 kV, e Anal (alta tensão, alta voltagem) proveniente de uma fonte de tungstênio, além de ampliação de 15 a 30.000 vezes. O modo de redução de carga (que utiliza a pressão da câmara superior) permite imagens de amostras não revestidas.

EXPERIMENTOS DE DESSORÇÃO

Experimentos de dessorção foram realizados a fim de proporcionar o reuso dos adsorventes. Para esses experimentos, utilizou-se álcool etílico 75%, que foi mantido em contato com o bioadsorvente por cerca de 3 horas. Após esse período, mediu-se a absorvância do efluente para avaliação da eficiência do processo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO NO BAGAÇO DE CANA

Os resultados obtidos para a adsorção do corante azul de metileno no bagaço de cana são apresentados nas Figuras 1 e 2.

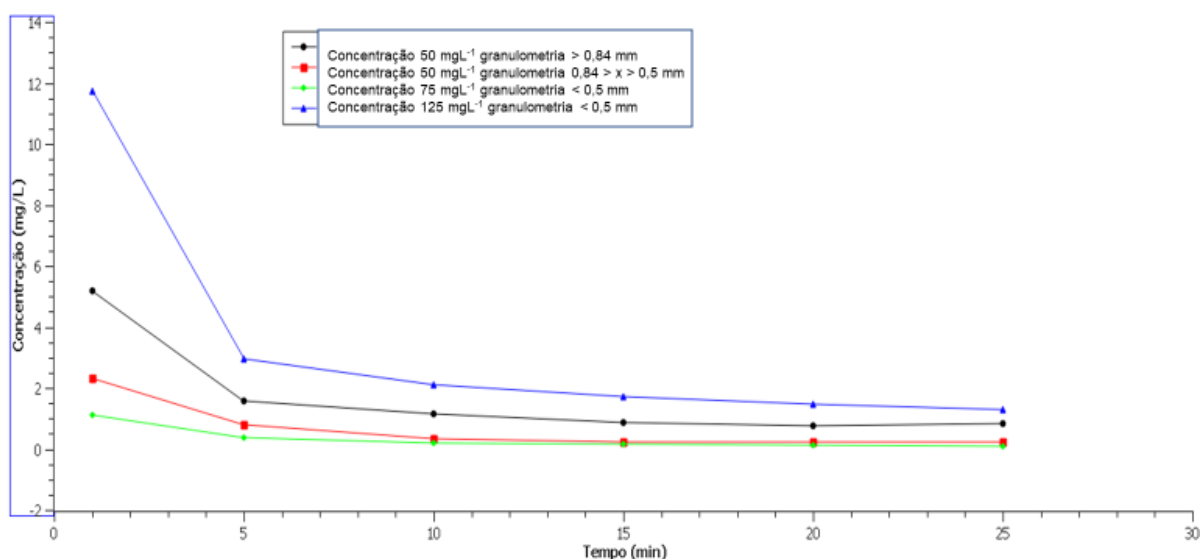


Figura 1: Concentrações do efluente sintético após adsorção de azul de metileno em bagaço de cana com tratamento básico

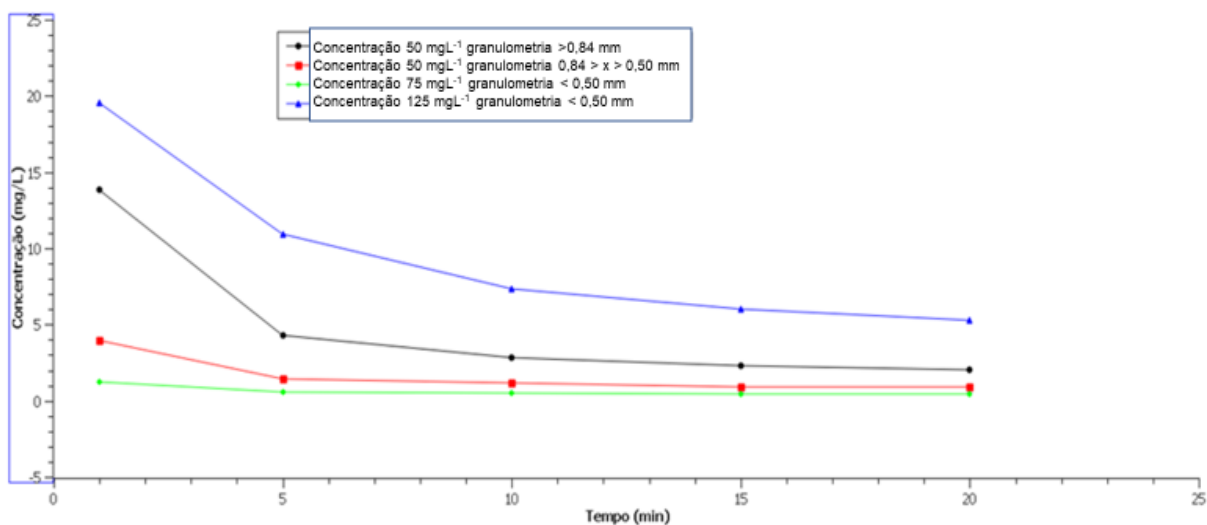


Figura 2: Concentrações do efluente sintético após adsorção de azul de metileno em bagaço de cana com tratamento ácido

A análise das figuras 1 e 4 indica uma tendência do adsorvente tratado com solução alcalina em proporcionar uma maior eficiência em relação ao tratamento ácido do mesmo adsorvente.

Observa-se, ainda, que quanto menor a granulometria do adsorvente, maior a eficiência de adsorção. Entretanto, a granulometria intermediária para o tratamento básico, também proporcionou uma eficiência elevada e demandou um menor processamento para ser obtida, além da maior facilidade de separação do efluente.

Em relação ao tratamento ácido, uma menor eficiência de remoção de corante foi observada. A interação causada pelo ácido na celulose constituinte do adsorvente pode ser o responsável por esse resultado, uma vez que a celulose tratada com o ácido parece ter incorporado uma quantidade de grupos funcionais diferentes em relação ao tratamento básico (PERES, 1997). Uma diferença de grupos funcionais adicionados pode causar a maior interação do corante com um composto ou outro, ocasionando assim interações intermoleculares que se somariam à porosidade contribuindo para a adsorção no processo. Porém, o efeito contrário também pode ocorrer, e um grupo funcional adicionado repelir a molécula do corante (PERES, 1997).

Esses fatores indicam que o tipo de tratamento pode alterar as características superficiais, causando assim um melhor resultado final.

CARACTERIZAÇÃO DO ADSORVENTE

Os resultados obtidos para a caracterização do adsorvente através da microscopia eletrônica de varredura são apresentados na Figura 3.

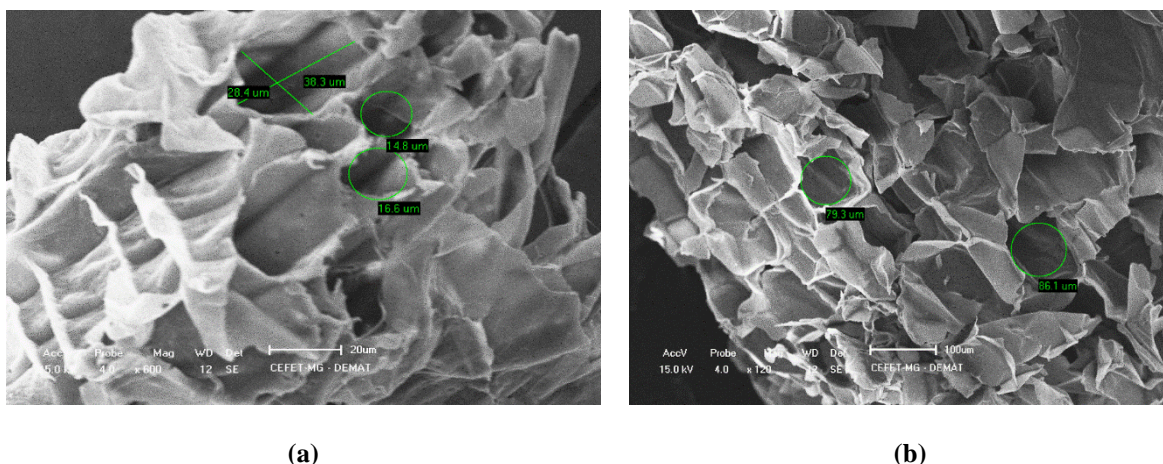


Figura 3: Efeito do tamanho do adsorvente na presença e tamanho dos poros (a) Amostra com maior granulometria (ampliação: 600x); (b) Amostra com menor granulometria (ampliação: 120x)

A partir de uma análise comparativa das figuras 3a e 3b e das eficiências de remoção de corantes nos experimentos de adsorção, pode-se observar que a presença de poros maiores nos adsorventes de menor tamanho, corresponde também a uma maior eficiência de adsorção para esses adsorventes de menor granulometria.

DESSORÇÃO

Os resultados dos experimentos de dessorção indicaram que cerca de 60% do corante adsorvido na superfície do adsorvente pode ser retirado e realocado à solução alcoólica. Assim, será possível reutilizar o adsorvente aumentando sua durabilidade.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram a possibilidade de utilização do bagaço de cana como adsorvente para remoção de corantes de efluentes, tendo-se observado uma eficiência de até 98,6% na remoção do corante utilizando bagaço de cana como adsorvente.

Foi possível observar, ainda, a necessidade de tratamento do bagaço de cana para aumento da eficiência de adsorção, pois o tratamento básico ocasionou um aumento de poros no adsorvente e uma maior eficiência na remoção de corantes por adsorção em relação ao tratamento ácido. A redução de tamanho do adsorvente também influenciou a porosidade e foi de grande importância para aumento da eficiência de remoção do corante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) e a FAPEMIG pelo auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZHAR, S.S., LIEW, A.G., SUHARDY, D., HAFIZ, K.F., HATIM, M.D.I. Dye Removal from Aqueous Solution by using Adsorption on Treated Sugarcane Bagasse. American Journal of Applied Sciences, v. 2, n. 11, p. 1499-1503, 2005.
2. EL-LATIF, M.M.A., IBRAHIM, A.M., EL-KADY, M.F. Adsorption Equilibrium, kinetics and thermodynamics of methylene blue from aqueous solutions using biopolymer oak sawdust Composite. Journal of American Science, v.6, n.6, 2010.

3. KUNZ, A. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*. v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
4. GUARATINI, C. I. C, ZANONI B. V. M. Corantes têxteis. *Química Nova*. v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.
5. HAMEED, B.H., EL-KHAIARY, M.I. Malachite green adsorption by rattan sawdust: Isotherm, kinetic and mechanism modeling. *Journal of Hazardous Materials*, 159, p. 574–579, 2008.
6. ÖZACAR, M., AYHAN, I., SENGIL, B. A kinetic study of metal complex dye sorption onto pine sawdust. *Process Biochemistry*, v. 40, p. 565–572, 2005.
7. PEARCE, C.I., LLOYDB, J.R., GUTHRIEA, J.T. The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: a review, *Dyes and Pigments*, v. 58, p. 179–196, 2003.
8. SAFA, Y., BHATTI, H.N. Adsorptive removal of direct textile dyes by low cost agricultural waste: Application of factorial design analysis. *Chemical Engineering Journal*, v. 167, p. 35–41, 2011.
9. YAGUB, M.T., SEN, T.K., AFROZE, S., ANG., H.M. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 209, p. 172–184, 2014.