

Área: Engenharia de Alimentos

CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO EM CASCAS DE UVA-JAPÃO *IN NATURA* E CARBONIZADA

**Monalisa Alves Vieira, Maickson de Oliveira, Beatriz Alves Pereira, Luciano Luiz Silva,
Suellen Cadorin Fernandes, Juliana Savio, Toni Jefferson Lopes, Murilo Cesar Costelli***

*Curso de Engenharia Química, Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de
Chapecó, Chapecó, SC*

**E-mail: mccostelli@unochapeco.edu.br*

RESUMO – A adsorção tem ampla aplicação em processos industriais, desde processos de purificação de óleos e água a tratamento de efluentes industriais. Os principais adsorventes utilizados atualmente são o carvão ativado, a alumina ativada e as zeólitas. O presente estudo tem como objetivo principal desenvolver um novo adsorvente, baseando-se na utilização do bagaço da uva-Japão como carvão ativado. Os ensaios das cinéticas de adsorção foram conduzidos tanto para o bagaço da uva *in natura* quanto para o tratado termicamente, queimado em mufla. A solução utilizada para os ensaios foi o azul de metileno, nas concentrações de 5, 10 e 20 mg/L. Os ensaios foram realizados com o adsorvente em 3 tamanhos de partícula diferentes: 5, 9 e 16 mesh. O bagaço da uva-Japão apresentou-se eficiente na remoção de cor da solução em questão, apresentando eficiências cerca de 25% maiores para os bagaços tratados termicamente do que para os ensaios realizados com bagaço *in natura*. Com os ensaios das cinéticas de adsorção, observou-se que após decorridos 30 minutos ocorreu a saturação do adsorvente, sendo este tempo maior para a partícula de 5 mesh e menor para a de 16 mesh.

Palavras-chave: Adsorção, cinética de adsorção, uva-Japão, carvão ativado.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, atingindo dimensões catastróficas, que podem ser observadas através de alterações na qualidade do solo, ar e da água (KUNZ *et al.*, 2002). A equivocada disposição final de esgotos e efluentes promovem um grande problema de agressão aos recursos hídricos, pois se estes não forem tratados e dispostos devidamente, causam uma série de problemas físicos, químicos e biológicos num corpo d'água (PORTO, 1991).

Muitas indústrias produzem efluentes contendo corantes originados em seus processos de manufatura. As indústrias têxteis, em particular, são grandes consumidores de água e liberaram uma quantidade significativa de cor em seus efluentes (MOHANTY *et al.*, 2006). A presença de corantes em efluentes é uma grande

preocupação devido aos seus efeitos adversos para muitas formas de vida. O descarte de corantes no meio ambiente, mesmo em baixas concentrações, é uma questão de preocupação tanto toxicológica como pelo fato desses compostos serem facilmente visíveis no corpo receptor (RAVIKUMAR *et al.*, 2005).

Mais de 100.000 corantes estão disponíveis comercialmente e mais de 7×10^5 toneladas são produzidas anualmente, com uma fração considerável sendo despejada diretamente em efluentes aquosos (MOHANTY *et al.*, 2006; FUNGARO e BRUNO, 2009). A composição do efluente têxtil oscila, principalmente em função de variações na linha de produção, dependendo muito da natureza do substrato a ser processado e dos corantes e tipo de equipamentos utilizados (MOORE e AUSLEY, 2004).

O azul de metileno (Figura 1) é um corante tiazínico (catiônico), por definição é básico com propriedades provenientes de azoto carregado positivamente ou centros de enxofre. É um dos corantes, geralmente, utilizado por isso são encontrados diversos estudos para a sua remoção de soluções aquosas a partir vários adsorventes (ALMEIDA *et al.*, 2009).

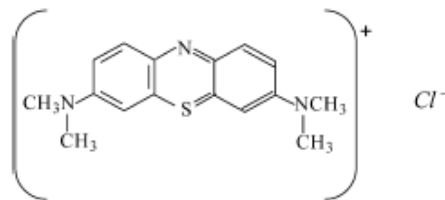


Figura 1 – Fórmula estrutural do corante Azul de Metileno.

No tratamento destes efluentes o processo de adsorção se destaca, sendo um fenômeno de superfície na qual ocorrem interações físicas ou químicas entre as moléculas de um fluido e a superfície de um sólido. O adsorbato concentra-se na superfície do adsorvente favorecendo o aumento da área superficial, determinando o processo como uma transferência de massa. Em processos industriais a adsorção ocorre em leitos fixos empacotados por onde passa a fase fluida contendo o adsorbato. Esta transferência ocorre até a saturação da coluna, caracterizada pelo final da transferência de massa (NIEDERSBERG, 2012).

Atualmente, a uva-Japão é utilizada como cobertura para criatórios de aves e suínos, além da produção de energia através da sua combustão. Ensaio realizados por Cancelier *et al.*, (2013) visam utilizar os pseudofrutos da uva-Japão para fermentação do mosto e produção de um destilado simples. Sendo que, os resíduos oriundos do processo de obtenção da bebida fermento/destilada seriam destinados como adubo orgânico na agricultura, apresentando um pequeno valor agregado.

Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um novo adsorvente, baseando-se na utilização do bagaço da uva-Japão como carvão ativado aumentando seu valor agregado bem como as possibilidades de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para preparo do adsorvente utilizaram-se cascas do pseudofruto da uva-japão (*Hovenia dulcis Thunberg*), dos quais se extraiu o caldo por prensagem e se procedeu à limpeza com água destilada, das cascas.

Posteriormente, realizou-se a secagem das cascas em estufa por 24h a 100°C, sendo utilizados apenas os gomos da uva para a sinterização em mufla a 490°C durante 25 minutos.

Então, realizou-se a separação do carvão obtido em frações de 5, 9 e 16 *mesh*. As frações foram armazenadas em recipientes plásticos em dessecador para posterior utilização na cinética de adsorção. Realizaram-se nove ensaios experimentais para avaliar a cinética de adsorção do corante de azul de metileno em carvão, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Ensaios Experimentais para obtenção da cinética de adsorção de azul de metileno em carvão.

Experimento	Massa adsorvente (g)	Concentração inicial de azul de metileno (mg/L)	Mesh
1	1,0	5	5
2		10	9
3		20	16
4		5	16
5		10	5
6		20	9
7		5	9
8		10	16
9		20	5

Os ensaios de adsorção foram conduzidos em sistema estático (batelada) utilizando-se 50 mL de solução de azul de metileno mantendo-se sob agitação de 60 rpm a uma temperatura de 40 °C, decorrido determinado período de tempo coletaram-se amostras para as análises de concentração por espectrofotômetro, utilizou-se comprimento de onda de 665 nm. Durante a adsorção, realizou-se coleta das amostras, sendo as duas primeiras coletas realizadas com intervalos de 30 segundos e as demais coletas com intervalos de 2 e 3 minutos, até observar-se a estabilidade nos valores de absorbância.

Já os experimentos para o bagaço *in natura*, foram realizados, mantendo-se as mesmas condições de aquecimento e agitação utilizados nos ensaios com carvão. A concentração inicial da solução de azul de metileno utilizada foi de 5 mg/L. Realizou-se a coleta de amostras e medições das absorbâncias após decorridos 5, 15, 20, 30, 35 e 40 minutos. A massa de bagaço *in natura* utilizada também foi de 1g.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos ensaios, avaliou-se o comportamento da concentração de corante com o tempo durante o processo de adsorção, conforme exposto na seqüência. Na Figura 2 são apresentados os resultados dos ensaios experimentais de número 1, 4 e 7 (concentração inicial de azul de metileno de 5 mg/L). Na Figura 3 são apresentados os resultados dos ensaios experimentais de número 2, 5 e 8 (concentração inicial de azul de metileno de 10 mg/L). Na Figura 4 são apresentados os resultados dos ensaios experimentais de

número 3, 6 e 9 (concentração inicial de azul de metileno de 20 mg/L). Na Figura 5 Ensaio com massa de 1g de bagaço *in natura* de uva-Japão e concentração inicial de azul de metileno de 5 mg/L)

Figura 2. Ensaios 1, 4 e 7 (concentração inicial de azul de metileno de 5 mg/L), carvão.

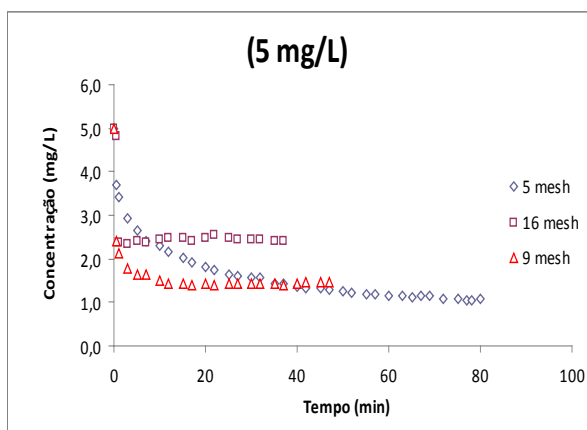


Figura 3. Ensaios 2, 5 e 8 (concentração inicial de azul de metileno de 10 mg/L), carvão.

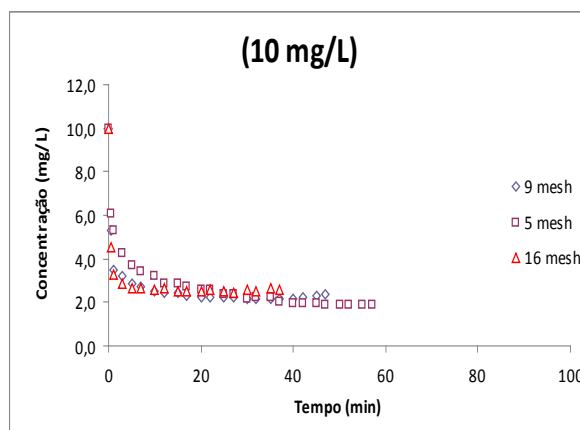


Figura 4. Ensaios 3, 6 e 9 (concentração inicial de azul de metileno de 20 mg/L), carvão.

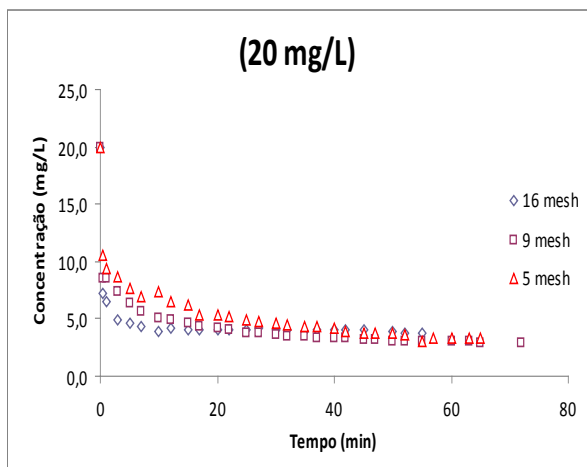
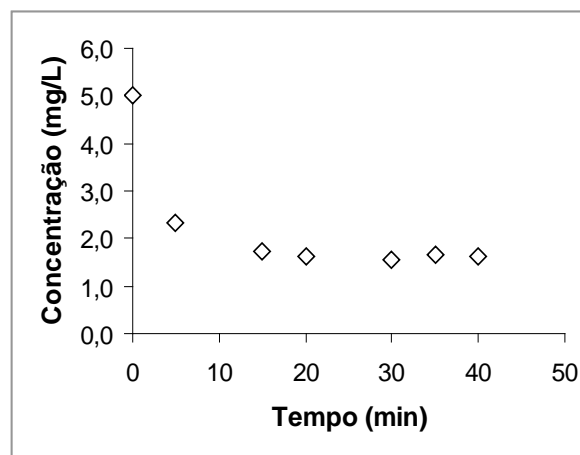


Figura 5: Ensaio com massa de 1g de bagaço *in natura* de uva-Japão e concentração inicial de azul de metileno de 5 mg/L)



Analisando as Figuras 2, 3, 4 e 5, pode-se observar um comportamento semelhante nos 9 ensaios. Todas as cinéticas apresentaram redução significativa da concentração inicial de azul de metileno.

Os melhores resultados foram obtidos com o tamanho da partícula de 5 Mesh, independentemente da concentração inicial de azul de metileno. A explicação para tal resultado reside no fato de que as partículas de 5 Mesh apresentam uma área superficial maior do que as demais partículas, aumentando assim a superfície de contato entre o carvão ativado e a solução em questão, facilitando a difusão da solução nos poros e a remoção da coloração da solução.

Os experimentos desenvolvidos por Gonçalves *et.al.* (2007) comprovam os resultados aqui encontrados. Nos experimentos em questão, o carvão ativado utilizado foi a erva mate, em três tamanhos de partículas diferentes: 1,5; 2,0 e 2,8 mm. Novamente, a eficiência de remoção apresentou-se maior para as partículas de menor tamanho.

A principal variação observada foi a do tempo necessário para que a cinética alcançasse o equilíbrio estático. Nos primeiros ensaios, com concentração inicial de 5 mg/L, observou-se que, após decorridos 25 minutos, a concentração passou a apresentar-se praticamente constante, tempo este de 47 minutos para a concentração inicial de 10 mg/L e 63 minutos para uma concentração inicial de 20 mg/L. Uma vez que a concentração de azul de metileno é maior, torna-se necessário um maior tempo para remoção ou até mesmo um aumento da massa de carvão utilizada. A escolha entre as duas opções deve ser feita baseando-se na viabilidade técnica e econômica do processo, quando se trata de processos industriais.

Fazendo-se uma análise geral das cinéticas, pode-se observar que após decorridos cerca de 30 minutos, as remoções passam a ser menos significativas, o que prova que o carvão ativado iniciou o processo de saturação.

A análise comparativa realizada entre a o bagaço termicamente tratado e o bagaço *in natura* também apresentou resultados coerentes. Após decorridos 40 minutos, o valor obtido para a concentração de corante da amostra *in natura* foi de 1,617 mg/L e para a amostra com o bagaço termicamente tratado foi de 1,225 mg/L. Sendo assim, o bagaço termicamente tratado mostra-se cerca de 25% mais eficiente na remoção de azul de metileno da solução.

Estudos desenvolvidos por Cardoso (2010) apresentaram resultados semelhantes quando se comparou a eficiência de remoção do azul de metileno utilizando-se casca de pinhão *in natura* e carbonizada. As cascas de pinhão carbonizadas apresentaram eficiências maiores devido à melhoria das características texturais, como área superficial e volume médio e diâmetro médio dos poros.

4 CONCLUSÃO

Dentre os parâmetros estudados na produção do adsorvente a partir do pseudofruto da uva-japão, obteve-se as maiores quantidades adsorvidas com o carvão a 5 mesh. Também, observou-se que o tratamento térmico acrescentou em média 25% maior adsorção do corante quando comparado com a uva-Japão “*in natura*”.

Outro ponto positivo do estudo desse adsorvente pode ser observado através do percentual de redução da quantidade de corante na solução, sendo que o valor máximo foi de 80 %. Isso vem comprovar a capacidade do carvão em adsorver o corante azul de metileno. Sugere-se que para melhorar o processo de adsorção procedimentos como a ativação química pode ser realizada para que o adsorvente alcance níveis máximos de qualidade e eficiência. Podendo assim ser utilizado como adsorvente de baixo custo e fácil obtenção no tratamento de efluentes de indústria têxtil.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. A. P.; DEBACHER, N.A.; DOWNS, A.J.; COTTET, L.; MELLO, C.A.D. Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay. *J. Colloid Interf. Sci.*, v. 332, p. 46–53, 2009.
- CANCELIER, A., CAPELETTO, C., PEREIRA, B.A., TODESCATO, D., COSTELLI, M.C., SILVA, A., LOPES, T.J. Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*Hovenia dulcis Thunberg*) *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 16, n. 1, p. 59-67, 2013.
- CARDOSO, N.F. Remoção de corante de azul de metileno de efluentes aquosos utilizando casca de pinhão in natura e carbonizada como adsorvente. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- FUNGARO, D. A.; BRUNO, M. Remoção de azul de metileno de solução aquosa usando zeólitas sintetizadas com amostras de cinzas de carvão diferentes. *Química Nova*, v.32, p. 955-959, 2009.
- GONÇALVES, M.; GUERREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A.; PEREIRA, E. I.; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. *Ciênc. agrotec.*, v.31, n.5, pp. 1386-1391, 2007.
- KUNZ, A.; ZAMORA, P.P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, v. 25, p. 78-82, 2002.
- MOHANTY, K.; NAIDU, J.T.; MEIKAP, B.C.; BISWAS, M.N. Removal of crystal violet from wastewater by activated carbons prepared from rice husk. *Ind. Eng. Chem. Res.*, v. 45, p. 5165–5171, 2006.
- MOORE, S. B.; AUSLEY, L. W.; Systems thinking and green chemistry in the textile industry: concepts, technologies and benefits. *J. Cleaner Prod.*, v. 12, p. 585-601, 2004.
- NIEDERSBERG, C. Ensaio de Adsorção com Carvão Ativado Produzido a Partir da Casca do Tungue, Resíduo do Processo de Produção de Óleo. Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. 2012.
- PORTO, R.L.L. Hidrologia Ambiental. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, 1991.
- RAVIKUMAR, K.; DEEBIKA, B.; BALU, K. Decolourization of aqueous dye solutions by a novel adsorbent: Application of statistical designs and surface plots for the optimization and regression analysis. *J. Hazard. Mater.*, v. 122, p. 75–83, 2005.