

ESTUDO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DO CARVÃO ATIVADO DE COCO DE BABAÇU NA REMOÇÃO DO CORANTE AMARELO TARTRAZINA DE SOLUÇÕES AQUOSAS

V. E. HORITA¹, I. M. RECK², R. M. PAIXÃO¹, M. F. VIEIRA¹, A. M. S. VIEIRA³

¹ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química

² Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos

³ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos

E-mail para contato: ellen909@hotmail.com

RESUMO – Águas residuais coloridas são inaceitáveis esteticamente além de causar danos ao meio ambiente. Neste contexto, o estudo em questão objetivou remover o corante amarelo tartrazina de soluções aquosas usando carvão ativado de coco de babaçu. A adsorção em batelada foi realizada com uma solução de corante de 15 mg L⁻¹ e 0,02 g de adsorvente. As influências de diferentes parâmetros foram avaliadas: tempo de contato, pH e temperatura. O tempo de equilíbrio encontrado foi de 12 horas. Em relação aos parâmetros avaliados, verificou-se que o melhor pH para remover o corante é pH 3 e a melhor temperatura é a de 45 °C, indicando que o processo de adsorção do corante com o carvão ativado de coco de babaçu é endotérmico. Portanto, o carvão ativado neste estudo apresenta-se como um adsorvente eficaz na remoção da tartrazina de soluções aquosas.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para o ser humano e para todas as formas de vida. Um dos principais desafios enfrentados pela humanidade hoje é fornecer água limpa a maioria da população em todo o mundo e, por este motivo, a reutilização de águas residuais tornou-se uma necessidade absoluta. Desta maneira, existe uma necessidade urgente de desenvolver técnicas alternativas, mais eficazes e de baixo custo para o tratamento de águas residuais (Dos Santos *et al.*, 2014)

O desenvolvimento e a utilização de adsorventes de baixo custo para o tratamento de águas residuais contendo corantes estão direcionando o interesse científico e acadêmico devido aos riscos potenciais associados aos corantes sintéticos e seus subprodutos (Gautam *et al.*, 2013). Indústrias como alimentos, cosméticos, têxteis, papel, borracha e plásticos são os principais consumidores de corantes. Devido à sua complexa estrutura aromática e tamanho molecular, os corantes são resistentes à degradação fotocatalítica, térmica e biológica. Os efluentes coloridos são altamente visíveis mesmo em pequena concentração e afetam seriamente a qualidade estética e o ecossistema aquático (Banerjee *et al.*, 2014).

Foi desenvolvida uma grande variedade de métodos para a remoção de corantes sintéticos das águas residuais para reduzir o seu impacto no ambiente. As tecnologias envolvem a adsorção em matrizes orgânicas ou inorgânicas, descoloração por oxidação, decomposição microbológica ou enzimática, etc. As excelentes propriedades de adsorção de materiais à base de carvão ativado também foram exploradas para a descoloração de corantes em efluentes industriais. Qualquer material com elevado teor de carbono e baixo teor inorgânico pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de carvão ativado (Okieimen *et al.*, 2007). Os subprodutos agrícolas estão disponíveis em grandes quantidades e são um dos recursos renováveis mais abundantes do mundo. Estes resíduos têm pouco ou nenhum valor econômico e muitas vezes têm um problema de eliminação. Portanto, há uma necessidade de valorizar esses subprodutos de baixo custo.

Babaçu é uma palmeira da América Latina. Entre as partes que compõem esta palmeira, o fruto tem o maior potencial econômico, já que é possível produzir diversos produtos, como etanol, metanol, celulose, farináceos, ácidos graxos, glicerina e carvão (Brasil, 2009). Babaçu garante a produção de carvão vegetal orgânico e carvão ativado sem a necessidade de implantar e desenvolver novas fronteiras agrícolas, evitando o gasto de recursos financeiros elevados para plantio, bem como a substituição de áreas agrícolas potencialmente destinadas à produção de alimentos básicos. Desta forma, vários estudos utilizam carvão ativado desses materiais vegetais na adsorção, para a remoção de agrotóxicos no tratamento de águas e efluentes industriais (Piza, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de carvão ativado de coco de babaçu como adsorvente na remoção do corante amarelo tartrazina da água e analisar a influência de diferentes parâmetros no processo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LGCPA) da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá - Brasil.

2.1. Solução de corante

O corante utilizado para o estudo de adsorção foi o amarelo tartrazina, amplamente utilizado na produção industrial de sucos e refrigerantes. O corante foi doado pela empresa Duas Rodas Industrial de Jaraguá do Sul - SC. Foi construída uma curva de calibração no comprimento de onda de 426 nm com concentrações de corante de 2 a 15 mg L⁻¹ no espectro DR 5000 HACH. A partir desta curva torna-se possível determinar a concentração de equilíbrio do corante restante na fase fluida após o processo de adsorção.

2.2. Adsorvente

O adsorvente utilizado foi o carvão ativado de coco de babaçu (CACB), ativado a altas temperaturas (350 - 450 ° C) para melhorar o processo de adsorção. O carvão ativado de coco babaçu foi fornecido pela empresa Tobasa - Tocantins Babaçu S/A, na região de Cinelândia/RJ.

2.3. Ensaios de adsorção

Primeiramente realizou-se o ensaio do tempo de equilíbrio. Este foi realizado em sistema batelada, com 50 mL de solução do corante amarelo tartrazina (15 mg L^{-1}) adicionado de 0,2 g do adsorvente carvão ativado de coco de babaçu. As soluções foram colocadas em agitador Banho Maria Dubnoff 304 TPA com controle de temperatura, sob agitação de 100 rpm. O tempo de equilíbrio foi avaliado em intervalos até 24 horas, no pH inicial da solução (pH 5) e em temperatura de 25°C . Após a etapa de bioissorção, as amostras foram colhidas e filtradas em membranas de celulose $0,45 \mu\text{m}$, e as concentrações dos filtrados foram medidos por espectroscopia UV/vis (Espectro DR 5000 HACH) com um comprimento de onda de 426 nm. Em seguida, foram avaliados os parâmetros temperatura ($15; 25; 35$ e 45°C) e pH (2 a 12), no tempo de equilíbrio encontrado no ensaio anterior. Para avaliar os efeitos estudados foram calculados a Eficiência de Remoção ($E\%$) e a quantidade de tartrazina adsorvida no equilíbrio (q_{eq}) demonstradas nas Equações 1 e 2, respectivamente:

$$E\% = \frac{(C_i - C_{eq})}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

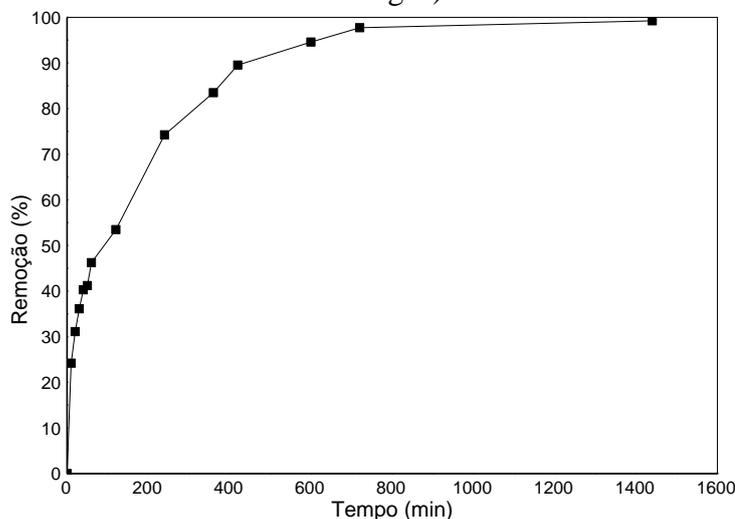
$$q_{eq} = \frac{(C_i - C_{eq})}{m} \times v \quad (2)$$

Em que, V é o volume de solução (L); C_i é a concentração inicial do corante tartrazina na solução (mg L^{-1}); C_{eq} é a concentração do corante tartrazina no equilíbrio (mg L^{-1}) e m é a massa de adsorvente (g).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra o tempo de equilíbrio alcançado na adsorção do corante tartrazina com o carvão ativado de coco de babaçu como adsorvente. Verifica-se que o tempo de equilíbrio entre a solução e o adsorvente foi de 12 horas (720 min). Por esta razão, o estudo restante foi conduzido com um tempo de equilíbrio de 12 horas.

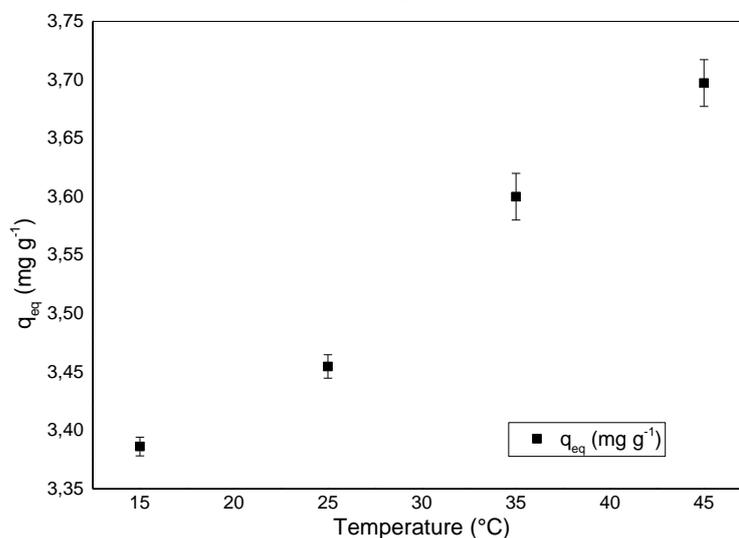
Figura 1 - Tempo de equilíbrio para adsorção de corante amarelo tartrazina com carvão ativado de coco de babaçu (Adsorvente: 0,2 g; pH 5; temperatura de 25°C ; concentração de corante: 15 mg/L).



Foi alcançada uma remoção de 97% do corante utilizando o carvão ativado em questão. A maior adsorção do corante durante a fase inicial pode ser explicada pela disponibilidade de um maior número de locais de superfície livres para a bioadsorção do corante. Após ocupação da maioria dos locais disponíveis, os sítios restantes mostraram maior resistência à ocupação devido às forças repulsivas entre o corante adsorvido na biomassa da semente de moringa em solução (Smaranda *et al.*, 2009).

A Figura 2 demonstra a influência que a temperatura exerce sobre a remoção do corante tartrazina utilizando carvão ativado de coco de babaçu como adsorvente.

Figura 2 - Influência da temperatura na adsorção de corante amarelo tartrazina com carvão ativado de coco de babaçu como adsorvente (Adsorvente: 0,2 g; pH 5; concentração de corante: 15 mg/L, tempo: 12 horas).



Como a velocidade de difusão das moléculas de corante é um processo que depende do controle da temperatura, a alteração de temperatura altera a capacidade do adsorvente para um adsorvato particular. No presente estudo, o aumento da temperatura leva à rápida difusão das moléculas de corante ao longo da camada limite externa e dos poros internos das partículas adsorventes devido à menor resistência oferecida por forças viscosas na fase aquosa (Demirbas *et al.*, 2008). Verificou-se que o processo de adsorção com o carvão ativado de coco de babaçu é um processo endotérmico, já que a remoção tende a ser maior a temperaturas mais elevadas.

O efeito da variação do pH sobre os resultados de adsorção do corante tartrazina está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Efeito do pH na remoção de tartrazina em solução aquosa (Adsorvente: 0,2 g; temperatura: 25°C; concentração de corante: 15 mg/L, tempo: 12 horas).

pH	Tartrazina residual (mg L ⁻¹)	Cor residual (units PtCo)	Remoção (%)
2	0,48±0,21	29	96,8
3	0,45±0,05	33	97,0

4	0,92±0,07	50	93,8
5	0,98±0,14	58	93,4
6	1,88±0,09	118	87,4
7	1,03±0,10	64	93,1
8	1,19±0,13	72	92,0
9	1,71±0,10	105	88,6
10	1,65±0,08	107	89,0
12	2,77±0,49	144	81,5

A maior remoção ocorreu a pH 3, deixando uma coloração quase imperceptível na solução. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que a tartrazina é uma molécula aniônica e, portanto, atrai os íons H^+ presentes na solução. Quando o pH da solução é de cerca de 2, os adsorventes têm nas suas composições locais carregados positivamente, aumentando os prótons nos seus grupos funcionais. Nestes casos, a percentagem de remoção de corantes aniônicos é geralmente elevada (Cardoso *et al.*, 2011). Em contraste, aumentando o pH da solução, o número de grupos funcionais protonados é reduzido e mais OH^- estão disponíveis para repelir os grupos sulfônicos (aniônicos) das moléculas de corante. Como resultado, a capacidade de adsorção de tartrazina diminui com o aumento do pH.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a adsorção é favorecida pelo aumento da temperatura, sendo a maior percentagem de remoção conseguida com uma temperatura de 45 °C. Para as condições de 25°C, pH inicial da solução de 5,6, foi alcançada uma capacidade máxima de adsorção de 97%. Com isso, é possível concluir que o carvão ativado de coco de babaçu tem um potencial muito significativo na remoção de corantes em soluções aquosas. Portanto, a adsorção é um processo que pode ser considerado como um tratamento preliminar para águas contendo corantes da indústria de alimentos, contribuindo assim para eliminar este poluente antes de ser descartado juntamente com os efluentes aquosos das indústrias.

5. REFERÊNCIAS

- BRAZIL. Ministry of Agrarian Development, Ministry of Social Development and Fight against Fom and Ministry of Environment. National Promotion of the Coco Babaçu Value Chain. Brasília, 2009.
- BANERJEE, S.; CHATTOPADHYAYA, M. C.; SRIVASTAVA, V.; SHARMA, Y. C. Adsorption studies of methylene blue onto activated saw dust: kinetics, equilibrium, and thermodynamic studies. *Environ. Prog. Sustainable Energy*, v. 33, p. 90–799, 2014.
- CARDOSO, N. F.; LIMA, E. C.; PINTO, I. S.; AMAVISCA, C. V.; ROYER, B.; PINTO, R. B.; ALENCAR, W. S.; PEREIRA, S. F. P. Application of cupuassu shell as biosorbent for the removal of textile dyes from aqueous solution. *J. Environ. Manage.*, v. 92, 1237–1247, 2011.
- DEMIRBAS, E.; KOBYA, M.; SULAK, M. T. Adsorption kinetics of a basic dye from aqueous solutions onto apricot stones activated carbon. *Bioresour. Technol.*, v. 99, p.

- DOS SANTOS, T. C.; ZOCCOLO, G. J.; MORALES, D. A.; UMBUZEIRO, G de A.; ZANONI, M. V. Assessment of the breakdown products of solar/UV induced photolytic degradation of food dye. *Food Chem. Toxicol.*, v. 68, p.307-315, 2014.
- GAUTAM, R. K.; MUDHOO, A.; CHATTOPADHYAYA, M. C. Kinetic, equilibrium, thermodynamic studies and spectroscopic analysis of Alizarin Red S removal by adsorption onto mustard husk. *J. Environ. Chem. Eng.*, v. 1, p. 1283–1291, 2013.
- OKIEIMEN, F. E.; OKIEIMEN, C. O.; WUANA, R. A. Preparation and characterization of activated carbon from rice husks. *J. Chem. Soc.*, v.32, p. 126–136, 2007.
- PIZA, A. V. T. Study of the adsorption capacity of diuron and hexazinone herbicides on activated carbon. Dissertation (Master in Environmental Technology) - Center of Exact, Natural Sciences and Technologies, UNAERP, Ribeirão Preto, São Paulo, 2008.
- SMARANDA, C.; BULGARIU, D.; GAVRILESCU, M. An investigation of the sorption of Acid Orange 7 from aqueous solution onto soil. *Environ. Eng. Manag. J.*, v. 8, p. 1391–1402, 2009.