

Produção de carvão ativado obtido a partir do endocarpo da Amêndoa-da-Praia (*Terminalia catappa* Linn) para adsorção de corantes orgânicos em meio aquoso

Mariana Ferreira Alves¹, Mylena Junqueira Pinto Brito², Marília Viana Borges³, Acsa Santos Batista^{*4}, Fabio Welligton Andrade de Jesus⁵, Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes⁶

Resumo

Neste trabalho, avaliou-se a capacidade de remoção de corantes orgânicos em meio aquoso por carvão ativado (CA) obtidos a partir do endocarpo da amêndoa-da-praia (*Terminalia catappa* Linn). O carvão foi preparado pelo método de ativação química usando H_3PO_4 , na razão de impregnação de 1:1 (massa de ativante/biomassa da amostra). A carbonização foi conduzida a 600 °C, em mufla por 2 h. Os materiais obtidos e a amêndoa *in natura* (PA) foram caracterizados quanto ao teor de umidade, cinzas e pH. Além disso, foram determinados os grupos ácido/base da superfície do CA. O carvão obtido apresentou teor de umidade de 20,52%, cinzas de 7,56% e pH 4,9. A predominância de grupos ácidos na superfície caracteriza os carvões com natureza ácida. Devidamente caracterizados, também foram realizados os estudos da influência da massa sobre adsorção do azul de metileno (AM) e verificou-se que a massa de 0,05 g foi a que apresentou maior capacidade de adsorção. No experimento de cinética de adsorção, o tempo necessário para que o sistema atingisse o equilíbrio foi de aproximadamente 240 min. A amostra CA apresentou porcentagem de remoção máxima de 99,98%, indicando um bom desempenho para a adsorção de corantes orgânicos em meio aquoso.

Palavras-chave: Azul de metileno. Biomassa. Caracterização. Carbonização.

^{1,2,3}Mestranda do curso de Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

⁴Graduanda do curso de Engenharia de alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

⁵Professor Assistente - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

⁶Professor Pleno - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

*E-mail: acsaeng.alimentos@gmail.com

Introdução

A poluição de águas é um problema persistente e preocupante. O crescimento intenso e descontrolado de diferentes substâncias tóxicas nos corpos d'água constitui um real perigo para a humanidade. Assim, muitos esforços têm sido direcionados para o desenvolvimento de soluções tecnológicas para minimizar os impactos ambientais.

Os corantes estão entre os poluentes mais nocivos, os quais são comumente encontrados em águas residuais, geradas por indústrias têxteis, de tintas, alimentícias, plásticas, de cosméticos, gráfica, fotográfica, como aditivos em derivados de petróleo, etc. (KUNZ *et al.*, 2008). Entre vários tipos de tratamento, a adsorção é uma das técnicas que tem sido empregada com sucesso na efetiva remoção de corantes (GONÇALVES *et al.*, 2007). Este processo encontra grande aplicação industrial, pois associa custos operacionais relativamente baixos e elevadas taxas de remoção.

O carvão ativado é o mais popular e eficiente adsorvente usado. Entretanto, o alto custo restringe o seu uso, principalmente em países em desenvolvimento. Uma alternativa viável ao carvão ativado é a utilização de resíduos sólidos que podem ser reciclados e usados como adsorventes de baixo custo e, para este fim, diversos resíduos orgânicos e industriais têm sido testados (KOCH *et al.*, 2002).

A *Terminalia catappa* Linn (da família Combretaceae) cresce em regiões tropicais e subtropicais, particularmente localizadas em áreas costeiras (THOMSON E EVANS, 2006). Várias pesquisas têm sido realizadas quanto ao potencial nutricional da polpa e da semente e à possibilidade de aplicação dos extratos das folhas e dos frutos como fontes antioxidantes, corantes naturais e de espécies inibidoras do crescimento de bactérias. Porém, estudos e dados sobre a utilização deste fruto na produção de carvão ativado ainda são escassos e, diante da preocupação ambiental, diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas a fim de verificar se a proposta de utilizar carvão ativado a partir da amêndoa da praia como material adsorvente para corantes é relevante e viável.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo a produção de carvão ativado a partir da biomassa do endocarpo da amêndoa-da-praia e aplicá-los na adsorção do corante azul de metileno empregado como sistema modelo de contaminante orgânico em meio aquoso.

Material e métodos

Para a preparação do carvão, os frutos da *Terminalia catappa* Linn

foram coletados de árvores na cidade de Itapetinga - BA. Os mesmos foram despulpados e os caroços foram quebrados para retirada da castanha. Em seguida, material passou pelo moinho de facas para sua pulverização.

Uma massa pulverizada foi impregnada com H_3PO_4 na razão de (Ri) 1:1 (Ri = massa de ativante/biomassa da amostra) e aquecida a 85 °C sob agitação por 90 min. Em seguida foi seca a 110 °C em estufa por 15 h. O material impregnado foi colocado em uma mufla a uma temperatura de 600C por 120 min. Posteriormente, lavou-se as amostras com **água destilada fria e em seguida** foram secas em estufa a 110 °C por 4 h, depois pesadas para determinar o rendimento. Para a caracterização do pó do caroço da amêndoa *in natura* (PA) e do carvão ativado (CA), a umidade foi determinada através do método direto, o teor de cinzas foi obtido através da norma ASTM D2866-94 (1999) e o pH foi estabelecido pelo método potenciométrico (JANKOWSKA e SWIATKOWSKI, 1991). Para estimar as propriedades ácido/base da superfície do carvão ativado foi utilizado o método de Boehm (1966). Para a avaliação da capacidade de remoção de corantes, inicialmente foi feita a curva analítica para o corante azul de metileno em diferentes concentrações (0, 2, 4, 8, 10, 15 e 20 mg L⁻¹). Em seguida, foi realizado o estudo para determinar em qual faixa de pH o carvão ativado apresentou melhor remoção do corante. A medida do pH foi realizada através de uma suspensão contendo 0,05 g do carvão ativado com 10 mL da solução de Azul de Metileno 100 mg.L⁻¹ acondicionada em Erlenmeyers com pH diferentes (2, 4, 7, 10 e 12). A partir dessa análise pode-se observar em qual pH o carvão apresentava maior absorvância. Para estudar a quantidade suficiente de massa de carvão, para remover o adsorbato em estudo, foi utilizado 10 mL da solução estoque de AM em concentração de 50 mg L⁻¹, adicionados sobre diferentes quantidades de amostra de carvão (0,01-0,05g). A porcentagem de AM removido foi calculada pela Equação 1:

$$\% \text{ removido} = \frac{(C_o - C_e) \times 100}{C_o} \quad (\text{Equação 1})$$

em que, C_o é a concentração inicial do AM (mg L⁻¹) e C_e a concentração de AM no equilíbrio (mg L⁻¹). As amostras permaneceram em agitação por 24 h em temperatura controlada de 25 ± 1°C. Os experimentos cinéticos foram realizados sob agitação, com uma massa de carvão em contato com solução AM a 50 mg L⁻¹, por períodos de 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 minutos, à temperatura de 25 ± 1°C. Ao término de cada intervalo, as misturas foram centrifugadas, e alíquotas foram coletadas para análise do AM em espectrofotômetro UV/VIS. Os experimentos cinéticos indicaram o tempo necessário para alcançar o equilíbrio de adsorção nas condições experimentais empregadas.

Resultados e discussão

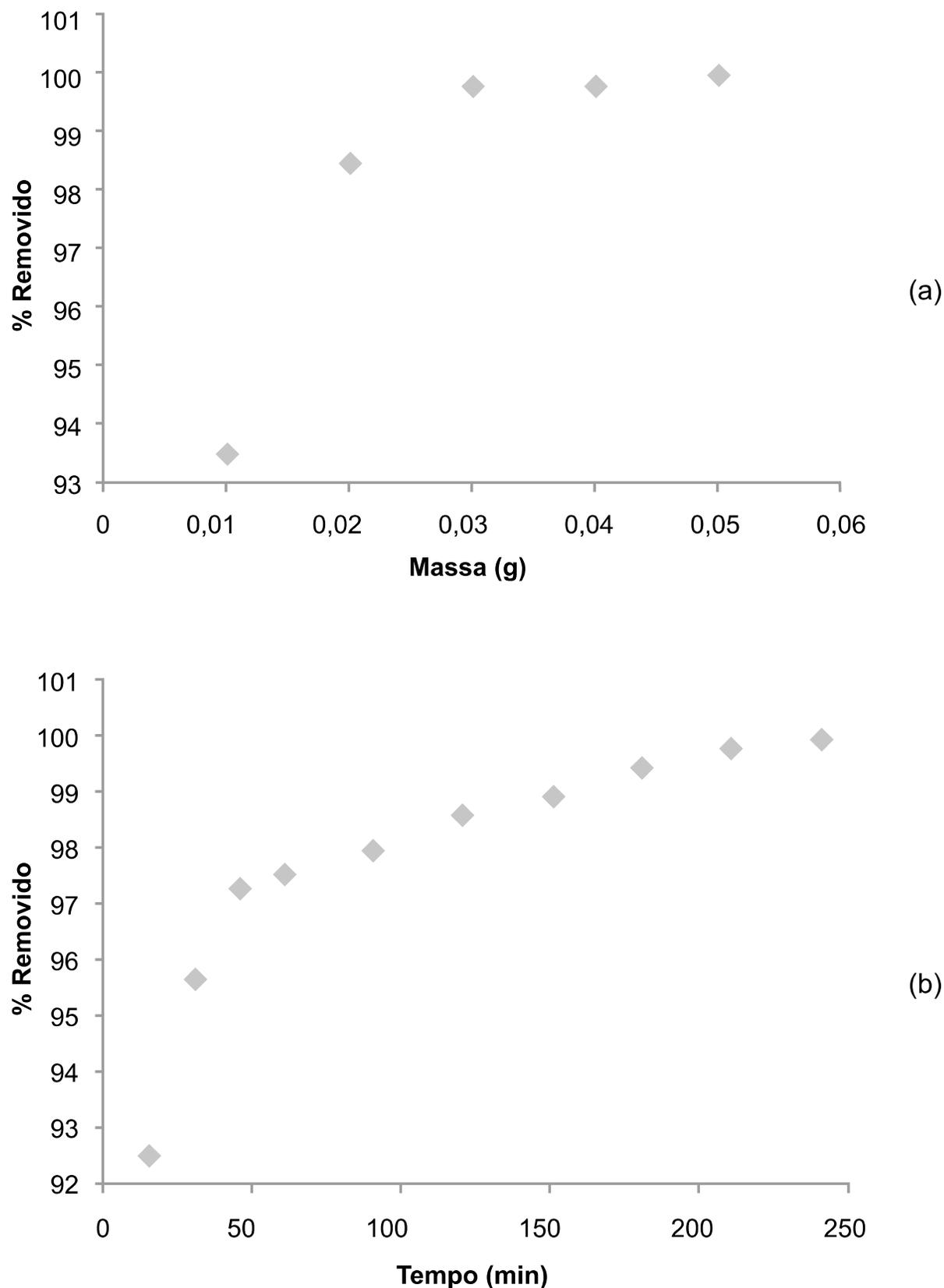
De acordo com a metodologia empregada para a preparação do carvão, observou-se que o rendimento do carvão ativado foi de 12% (m/m). Na determinação do teor de cinzas (Tabela 1), a porcentagem encontrada na amostra do carvão ativado (CA) foi maior em relação ao pó do caroço da amêndoa *in natura* (PA). Geralmente, as cinzas são indesejáveis em carvões ativados, pois podem alterar o pH das soluções e contaminá-las com sais (BARROS, 2006). Na medida do pH, verificou-se que a amostra do CA apresentou caráter ácido, já para amêndoa *in natura* o pH foi próximo da neutralidade. Através do método de Boehm foi possível observar que o CA apresentou maior quantidade de grupos ácidos em sua superfície. Os teores de umidade encontrado nas duas amostras (PA e CA) foram próximos e bastante elevados. Segundo Barros (2006), um bom carvão não deve exceder a 8% de umidade.

Tabela 1 - Valores obtidos pelas caracterizações feitas nas amostras de Carvão Ativado (CA) e amêndoa *in natura* (PA).

Amostras	Umidade (%)	Cinzas (%)	pH	Grupos Básicos (mmol g ⁻¹)	Grupos Ácidos (mmol g ⁻¹)
PA	21,62	6,29%	7,20	—	—
CA	20,52	7,56%	4,9	0,55	0,78

No estudo do pH para o processo de adsorção, o CA apresentou seu ponto máximo de adsorção no pH 4. A Figura 1 mostra que no equilíbrio a porcentagem removida é praticamente constante, 99,98% acima de 0,05g para a amostra do CA, e que para o perfil cinético, o equilíbrio de adsorção foi alcançado a partir de 240 min. A partir deste intervalo de tempo, a variação do percentual adsorvido do corante AM sobre a amostra de CA foi aproximadamente constante, com capacidade máxima de adsorção de aproximadamente 99,98%.

Figura 1. Estudo de massa (a) e perfil cinético de adsorção do AM (b) sobre a amostra do carvão ativado.



Conclusão

Pode-se concluir que o carvão ativado produzido a partir da amêndoa-da-praia se destacou como um bom adsorvente do corante orgânico azul de metileno, tendo em vista que após a realização do estudo cinético, apresentou uma elevada porcentagem de remoção do corante (99,04%), alcançada no intervalo de análise de 240 minutos de contato.

O emprego dessas análises de caracterização proporciona a possibilidade de oferecer contribuições às investigações atuais sobre o mecanismo de ativação dos materiais carbonosos, como também, o possível aproveitamento de uma matéria-prima que se encontra em grande abundância e muitas vezes desperdiçada, que possui implicações de interesse tanto econômico quanto ambiental.

Referências

- ASTM D2866-94, Standard test method for total ash content of activated carbon, 1999.
- BARROS, S. V. S, 2006, “**Avaliação da biomassa de espécies exóticas e nativas como fonte alternativa para geração de energia**”. Dissertação de Mestrado, UFAM, Manaus, AM.
- BOEHM, H. P. *Advances in Catalysis*, v. 16. Academic Press, New York, USA (1966).
- 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. Agrotécnicas**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1386-1391, Setembro/Outubro, 2007.
- JANKOWSKA, H.; SWIATKOWSKI, A.; CHOMA, J. **Active Carbon**. Chichester: Ellis Horwood, 1991.
- KOCH, M.; YEDILER, A.; LIENERT, D.; INSEL, G.; KETTRUP, A. **Ozonation Of Hydrolyzed Azo Dye Reactive Yellow 84**. *Chemosphere*, [S.L.], vol. 46, n. 1, p. 109-113, Jan. 2002.
- KUNZ, A.; ZAMORA, P. P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. **Revista Química Nova**. v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
- THOMSON, L. A. J.; EVANS, B. *Terminalia catappa* (tropical almond), ver. 2.2. In: Elevitch, C.R. (ed.). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR)*, Hōlualoa, Hawai'i, 2006.