

Síntese de carvão ativado a partir do caroço do umbu e sua aplicação na adsorção de corantes orgânicos

Mylena Junqueira Pinto BRITO*¹, Marília Viana Borges², Mariana Ferreira Alves³, Annie Nolasco Alves⁴, Mateus Pereira Flores Santos⁵, Fabio Wellington Andrade de Jesus⁶

Resumo

Este trabalho teve como objetivo produzir carvão ativado utilizando como precursor de carbono o caroço de umbu e avaliar sua capacidade em adsorver corantes orgânicos. O carvão foi obtido por meio da ativação química, utilizando carbonato de sódio como agente de ativação. O carvão produzido foi caracterizado e testado em processos adsorptivos, utilizando como modelo de contaminante o azocorantes azul de metileno. A eficiência do processo de adsorção do azul de metileno em carvão ativado foi determinada através do estudo da massa e do tempo necessário para atingir o equilíbrio. Nesse estudo, verificou-se que a massa ideal para a adsorção do corante (azul de metileno) foi de 0,03 mg e que o tempo em que a capacidade adsorptiva se manteve constante foi de 150 min., apresentando uma remoção de 90,06% do azocorantes empregado.

Palavras-chave: Adsorventes. Ativação química. Resíduos de biomassa.

Introdução

Os carvões ativados são materiais altamente porosos com elevada área superficial e se constituem nos adsorventes mais utilizados da atualidade, devido principalmente a sua elevada capacidade de adsorção que é reflexo de suas propriedades estruturais. São produzidos a partir da desidratação de matérias-primas e ativação seguida de carbonização. Suas características são influenciadas, sobretudo, pelo material precursor e pelo método utilizado

^{1,2,3}Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

^{4,5}Graduando do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

⁶Professor Assistente - Departamento de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

*E-mail: annienolasco.e2013@gmail.com

na sua preparação (AHMED *et al.*, 2012; GONÇALVES *et al.*, 2006).

Apesar de ser o mais popular e eficiente adsorvente usado, o alto custo do carvão ativado (CA) muitas vezes restringe seu uso, sendo necessária dessa forma a busca por alternativas viáveis para a sua produção. Neste contexto muitos estudos vêm sendo realizados utilizando resíduos de biomassa oriundos, sobretudo, de atividades agrícolas e da agroindústria, para a produção do CA. Os precursores utilizados são substâncias com alto valor de carbono e baixo teor de inorgânicos, como por exemplo, casca de coco, casca de arroz, caroço de azeitona, turfas, grãos de café, entre outras matérias-primas (IOANNIDOU *et al.*, 2010; MOURAO *et al.*, 2011).

Devido suas propriedades adsorptivas, os carvões ativados, são utilizados na remoção de compostos orgânicos de águas e purificação de gases, e ainda como catalisadores e suportes de catalisador. Suas aplicações são de interesse em diversos setores econômicos, em muitas áreas como: farmacêutica, química, alimentícia, petrolífera e em processos de purificação de água potável, industrial e do ar atmosférico (ALBUQUERQUE, 2002).

A proposta de utilizar o CA obtido a partir do caroço de umbu na remoção de corantes em meio aquoso é relevante diante da preocupação ambiental existente com relação a estes poluentes. Ainda, apresenta uma possibilidade de obtenção de carvão ativado com elevada capacidade de adsorção de corantes e de encontrar uma aplicação em potencial para a grande quantidade de resíduos gerados por esta espécie que tem sido explorada economicamente no Brasil, especialmente na região Nordeste. Com isso, esse trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar carvão ativado obtido a partir da biomassa caroço de umbu, oriunda da agroindústria de alimentos e aplicá-lo na adsorção corantes orgânicos, utilizando-se o azul de metileno como sistema modelo de contaminante.

Material e métodos

Os umbus foram adquiridos em estabelecimentos comerciais da cidade de Itapetinga - BA. Os frutos foram despolpados para retirada do caroço, e em seguida pulverizados no moinho de facas. Uma massa pulverizada foi impregnada com o agente ativante Na_2CO_3 em razão de impregnação (Ri) 1:1 (Ri = massa do ativante na solução/ massa do caroço de umbu). A mistura foi aquecida a 80 °C, sob agitação por 90 minutos e secas a 110 °C, em estufa, por 14 horas. A amostra foi levada à mufla, a uma temperatura de 600 °C por 120 minutos. Em seguida foi lavada com solução de HCl 2,5% (m/v), água quente e fria até atingir o pH 7. Finalmente, foram secas em estufas a 110 °C, por 4 horas e depois pesadas para determinar o rendimento.

Após estes procedimentos, foram feitas as caracterizações do pó do caroço *in natura* (PU) e do CA. Os teores de umidade e cinzas do carvão obtido foram determinados de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2004). O pH foi estabelecido através do método potenciométrico. As propriedades ácido/base da superfície do carvão foram estimadas pelo método de Boehm (BOEHM, 1966). O rendimento do carvão (%) foi obtido dividindo-se a massa do carvão obtido (g) pela massa do precursor (g).

Para avaliar a capacidade de adsorção do carvão, inicialmente foi feita o estudo de massa a fim de determinar a quantidade suficiente de carvão para remover o adsorbato em estudo, os experimentos foram conduzidos com o volume de 153 µl ml solução de A.M. em uma concentração de 50 mg.L⁻¹, adicionando diferentes quantidades de amostra de carvão (0,005-0,03g). 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 a concentração inicial do A.M. (mg.L⁻¹) e C_e a concentração de A.M. no equilíbrio (mg.L⁻¹).

As amostras permaneceram sob agitação por 24 horas em temperatura controlada de 25 ± 1°C. Os experimentos foram realizados em triplicata.

Os experimentos cinéticos foram realizados sob agitação, com uma massa de carvão em contato com uma solução de A.M. (volume 10mL), 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, alíquotas foram coletadas para análise do azul de metileno, em espectrofotômetro UV/VIS. Foi estudada uma única concentração de azul de metileno: 50 mg.L⁻¹. Os experimentos cinéticos indicaram o tempo necessário para o adsorvente atingir o equilíbrio nas condições experimentais do estudo.

Resultados e discussão

O rendimento do produto é uma medida importante da viabilidade da elaboração de carvão ativado a partir de um dado precursor. O valor de rendimento encontrado assemelha-se aos resultados de rendimento encontrados para carvões produzidos de outros precursores, tais como para a casca de café com rendimento 13 a 24% (NABAIS *et al.*, 2011). Pode-se observar que o teor de cinzas (Tabela 1) obtido para o carvão ativado é maior que o

conteúdo verificado no resíduo *in natura*. Esse aumento pode estar relacionado a mudanças no ordenamento do CA obtido. O teor de cinzas do carvão é um parâmetro importante na adsorção uma vez que podem interferir negativamente no sistema, em geral a porcentagem do teor de cinzas de carvão ativado comercial é de até 15%. Grandes quantidades de cinzas presentes no carvão tendem a reduzir a eficiência, através da obstrução poros, competição no processo de adsorção ou bloqueando sítios ativos (JAGUARIBE *et al.* 2005). Verificou-se que o teor de cinzas encontrado no carvão produzido está superior ao recomendado para um carvão com propriedades de adsorção eficiente.

Tabela 1. Rendimento e valores obtidos pelas caracterizações feitas na amostra do caroço de umbu *in natura* e nos carvões ativados obtido a partir do caroço.

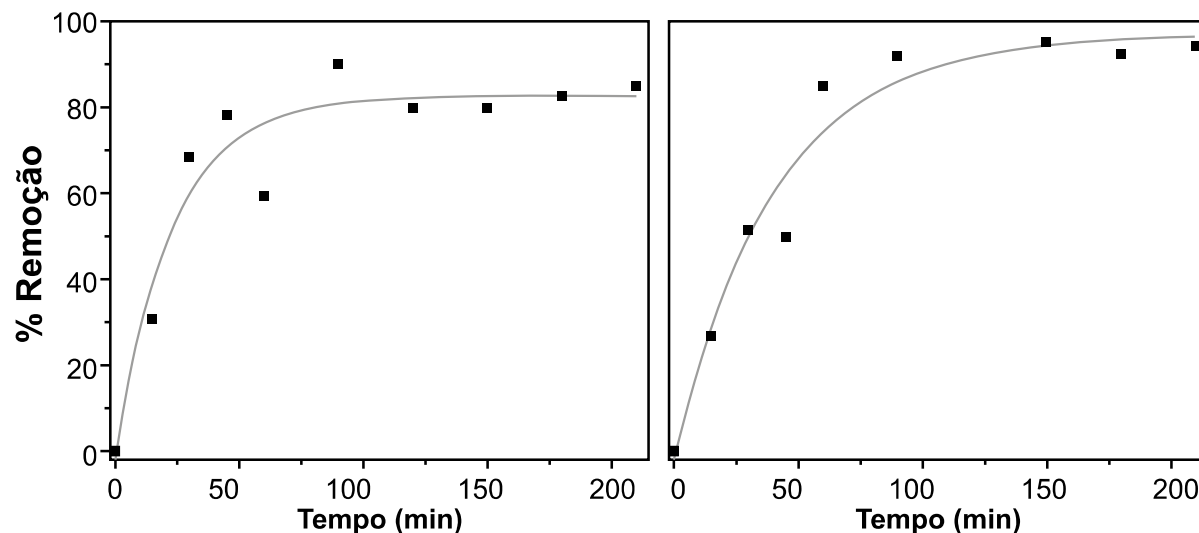
Amostra	Rendimento (%)	Cinzas (%)	pH	Umidade (%)	Grupos Básicos (mmolg ⁻¹)	Grupos ácidos (mmolg ⁻¹)
PU	----	9,58	5,77	11,23	----	----
Carvão Ativado	14,04	28,68	10	6,9	0,97	0,77

A amostra *in natura* do caroço de umbu, apresentou pH relativamente ácido, fato este que não foi observado nos amostras dos carvões, que demonstraram uma natureza alcalina, como era de se esperar, pois os mesmos foram tratados com solução básica. Através dos valores de umidade é possível observar que o carvão CA apresentou menor teor de umidade que o pó do caroço *in natura*. Tal resultado é bastante satisfatório, pois evita que a água presente no carvão associe-se com a água presente na solução, o que conduziria à redução da capacidade de adsorção do carvão. De acordo com BARROS (2006) para ser um bom adsorvente um carvão deve apresentar um teor de água abaixo de 8%. Os carvões ativados caracterizaram-se por conter uma maior quantidade na sua superfície de grupos básicos.

Através do estudo de massa, realizado para analisar a influência da massa de carvão frente à adsorção do corante azul de metileno, observou-se que o equilíbrio e a porcentagem removida do mesmo foi constante, em torno de 94,05% e massa de 0,0300. Sendo assim, essa massa foi escolhida para a realização do teste cinético. A partir da análise da Figura 1 foi possível ob-

servar que o tempo em que a capacidade adsorptiva se manteve constante foi a partir de 150 min. com capacidade máxima de remoção de 90,06%.

Figura 1 - Perfil cinético de adsorção do AM sobre as amostras CA11 (esquerda) e CA12 (direita).



Conclusão

O carvão ativado obtido a partir do caroço do umbu possui alta eficiência na adsorção da corante azul de metileno, com o emprego de uma massa relativamente pequena e uma eficiência adsorptiva de 90,06%, podendo ser utilizado como matriz adsorvente na remoção de compostos orgânicos de meios aquosos.

Referências

AHMED, M. J. ; THEYDAN, S. K. Equilibrium isotherms and kinetics modeling of methylene blue adsorption on agricultural waste-based activated carbons, **Fluid Phase Equilibr**, v. 317, p. 9-14, 2012.

ALBUQUERQUE, E. C. de A. **Carvão ativado do mesocarpo do coco verde - produção, otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol black B**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2002. 88 pág. Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Engenharia Química.

BARROS, S. V. S. **Avaliação da biomassa de espécies exóticas e nativas como fonte alternativa para geração de energia**. Universidade Federal de Amazonas. Manaus, 2006. Dissertação de Mestrado.

BOEHM, H. P. *Advances in Catalysis*, v. 16. **Academic Press**, New York, USA (1966).

GONÇALVES, G. C.; MENDES, E. S.; PEREIRA, N.C.; SOUSA, J. C de. Produção de carvão ativado a partir de bagaço e melaço de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 21-27, Jan./June, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª edição. São Paulo, 2004.

IOANNIDOU, O. A.; ZABANIOTOU, A. A.; STAVROPOULOS, G. G.; ISLAM, M. A.; ALBANIS, T. A. Preparation of activated carbons from agricultural residues for pesticide adsorption. **Chemosphere** **80**, 1328-1336, 2010.

JAGUARIBE, E. F.; MEDEIROS, L. L.; BARRETO, M. C. S.; ARAÚJO, L. P. de. The Performance of Activated Carbons From Sugarcane Bagasse, Babassu and Coconut Shells in Removing Residual Chlorine. João Pessoa. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. v. 22, n. 01, p. 41-47. jan./mar. 2005.

MOURAO, P. A. M.; LAGINHAS, C.; CUSTODIO, F.; NABAIS, J. M. V.; RIBEIRO, M. M. L. Influence of oxidation process on the adsorption capacity of activated carbons from lignocellulosic precursors. **Fuel Process. Technol**, v. 92, p.241-246, 2011.

NABAIS, J. M. V.; LAGINHAS, C. E.; CARROTT, P. J. M.; CARROTT, M. M. L. R. Production of activated carbons from almond Shell. **Fuel Processing Technology**, v. 92, p. 234-240, 2011.