

EFEITO DA TEMPERATURA NA ADSORÇÃO DE FENOL POR CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DO BAGAÇO DA CASCA DE ACÁCIA-NEGRA

LUANA PEGORARO¹; SABRINA F. LUTKE¹; FABIO S. GRASEL²; LUIZ A. A. PINTO¹; TITO R. S. CADAVAL JR¹

¹*Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos – luana.pegoraro@hotmail.com; sabrina_lutke@yahoo.com.br; dqmpinto@furg.com; titoeq@gmail.com*

²TANAC S.A.– fsgrasel@tanac.com.br

1. INTRODUÇÃO

O fenol é um contaminante encontrado em efluentes de diversas indústrias. (BUSCA et al., 2008). Devido a elevada toxicidade deste composto, os efluentes contendo fenol devem ser tratados antes de despejados no meio ambiente (BAYRAMOGLU et al., 2009). Dentre as técnicas empregadas para remoção de fenol em meio aquoso a adsorção apresenta vantagens como facilidade de aplicação e elevada eficiência (SOTO et al., 2011).

O carvão ativado, um dos adsorventes mais utilizados na remoção de contaminantes em meio aquoso, é um material que pode ser obtido de uma variedade de compostos carbonáceos, como madeira, hulha, lignina, casca de coco, entre outros. Seu poder adsorvente é resultado de sua elevada área superficial e da presença de uma variedade de grupos funcionais em sua superfície (GUILARDUCI et al., 2006). A produção de carvão ativado a partir resíduos lignocelulósicos é uma alternativa economicamente viável aos carvões ativados comerciais produzidos atualmente (DENG et al., 2011), pois estes são obtidos de matérias percursoras relativamente caras, o que torna o custo elevado (CHEN et al., 2010).

Segundo LINHARES et al. (2016) o bagaço da casca de acácia-negra é um material precursor promissor para a produção de carvão ativado. Uma grande quantidade de bagaço é gerada na extração do tanino a partir da casca de acácia-negra. O descarte desse resíduo gera custos para as indústrias extratoras, o que torna importante a busca de alternativas que visem o aproveitamento do mesmo.

Dentro desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi obter e caracterizar, quanto as propriedades morfológicas, o carvão ativado obtido a partir do bagaço da casca de acácia-negra, além de avaliar a influência da temperatura na adsorção de fenol.

2. METODOLOGIA

2.1 Material

O bagaço da casca de acácia-negra, utilizado como material precursor, foi cedido pela empresa TANAC/RS, sendo este proveniente do processo de extração de taninos.

2.2 Produção do carvão ativado

Inicialmente, foi realizado o pré-tratamento do material precursor. O bagaço da casca de acácia-negra foi moído em moinho de facas (Willey, nº 3, EUA), em seguida foi lavado com água à quente e com etanol à quente, e peneirado

utilizando-se peneiras (série *Tyler*), sendo utilizadas a fração passante na malha 35 *mesh* (abertura: 425 µm) e retida na malha 48 *mesh* (300 µm).

O carvão ativado foi produzido por ativação química utilizando ZnCl₂ como agente ativante. Primeiramente, o bagaço da casca de acácia-negra foi impregnado com ZnCl₂ na proporção de 20% (m/m). A impregnação foi realizada sob agitação constante a temperatura ambiente, mantendo-se o bagaço da casca de acácia-negra em contato com a solução de ZnCl₂ por 12 h. Após, o material foi filtrado a vácuo, seco em estufa a 110 °C por 24 h e submetido à carbonização em forno mufla a 700 °C durante 2 h. As condições experimentais foram definidas de acordo com trabalhos realizados anteriormente.

2.3 Caracterização do carvão ativado

As propriedades morfológicas do carvão ativado obtido foram determinados por isotermas de adsorção/dessorção de N₂ na temperatura de 77 K, utilizando-se um analisador de alta velocidade de sorção de gás Nova 4200e Quantachrome Instruments (EUA). Antes das análises, as amostras foram submetidas a degasagem a 573 K por 12 h.

2.4 Experimentos de adsorção

Os ensaios de adsorção foram conduzidos nas temperaturas de 25, 35 e 45 °C. Foram utilizadas soluções de 500 mg L⁻¹ de fenol, pH 6,5 e concentração do adsorvente foi de 1 g L⁻¹. Os experimentos foram realizados sob agitação de 100 rpm, utilizando-se um agitador termostatizado (Fanem315 SE, Brasil), até atingir o equilíbrio. A concentração de fenol remanescente na fase aquosa foi determinada por espectrofotometria (Shimadzu, UV240, Japão), a 270 nm. A capacidade de adsorção no equilíbrio (q_e) foi determinada pela Equação 1:

$$q_e = \frac{C_0 - C_e}{m} V \quad (1)$$

onde, C₀ e C_e são as concentrações do adsorbato inicial e no equilíbrio, respectivamente (mg L⁻¹), m é a massa do adsorvente (g) e V é o volume da solução (L).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de área superficial, volume total de poros e tamanho médio de poros para o carvão são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades do carvão ativado obtido.

Propriedade	
Área Superficial (m ² g ⁻¹)	305,51
Volume total de poros (cm ³ g ⁻¹)	0,20
Tamanho médio de poros (nm)	1,33

De acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), o carvão ativado obtido é classificado como microporoso, uma vez que apresenta poros com diâmetro inferior a 2 nm. Este resultado está de acordo com o proposto por RODRÍGUEZ-REINOSO; MOLINA-SABIO (1992). Segundo estes autores, quando são utilizadas baixas proporções de ZnCl₂ em relação a massa do

material precursor (<50%), apenas microporos são desenvolvidos na matriz carbonácea.

A Tabela 2 apresenta os resultados das capacidades de adsorção de fenol no equilíbrio nas diferentes temperaturas estudadas.

Tabela 2. Capacidade de adsorção de fenol no equilíbrio.

Temperatura (°C)	q_e (mg g ⁻¹)
25	103,10 ± 1,24
35	124,22 ± 2,01
45	137,12 ± 1,53

Pode ser observado (Tabela 2) que o aumento da temperatura favoreceu a capacidade de adsorção de fenol. Esses resultados indicam que a interação entre o carvão ativado e o fenol é endotérmica. Segundo MATTSON et al. (1969), a adsorção de fenol por carvão ativado ocorre através da formação de um complexo doador-receptor, onde os grupos oxigenados presentes na superfície do carvão ativado, como o grupo carboxílico por exemplo, atuam como doadores de elétrons e o anel aromático do fenol atua como acceptor. Esse tipo de ligação pode explicar a natureza endotérmica do processo.

Além disso, de acordo com FRANZ et al. (2000), os grupos oxigenados presentes na superfície do carvão ativado podem adsorver água por meio de ligações de hidrogênio. Isto reduz a acessibilidade do fenol aos sítios de adsorção do carvão ativado. Com o aumento da temperatura, essa interação diminui e os sítios ficam mais disponíveis para a adsorção de fenol, aumentando a capacidade de adsorção.

4. CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi produzido carvão ativado a partir do bagaço da casca de acácia-negra por ativação química utilizando-se cloreto de zinco como agente ativante. O carvão ativado obtido apresentou área superficial de 305,51 m² g⁻¹ e tamanho médio de poro inferior a 2 nm, o que o classifica como um material microporoso. A capacidade de adsorção de fenol no equilíbrio aumentou com a elevação da temperatura, o que indica que apresenta natureza endotérmica. Por fim, mostrou-se um adsorvente promissor para remoção de fenol em meio aquoso, apresentando-se como uma alternativa economicamente viável aos carvões ativados comerciais, uma vez que é obtido a partir de um resíduo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYRAMOGLU, G.; GURSEL, I.; TUNALI, Y.; ARICA, M. Y. Biosorption of phenol and 2-chlorophenol by *Funalia trogii* pellets. **Bioresource Technology**, Nova Iorque, v.100, n.10, p.2685-2691, 2009.

BUSCA, G.; BERARDINELLI, S.; RESINI, C.; ARRIGHI, L. Technologies for the removal of phenol from fluid streams: A short review of recent developments. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v.160, n.2-3, p.265-288, 2008.

CHEN, S.; ZHANG, J.; ZHANG, C.; YUE, Q.; LI, Y.; LI, C. Equilibrium and kinetic studies of methyl orange and methyl violet adsorption on activated carbon derived from *Phragmites australis*. **Desalination**, Amsterdam, v.242, n.1-3, p.149-156, 2010.

DENG, H.; LU, J.; LI, G.; ZHANG, G.; WANG, X. Adsorption of methylene blue on adsorbent materials produced from cotton stalk. **Chemical Engineering Journal**, Amsterdam, v.172, n.1, p.326-334, 2011.

FRANZ, M.; ARAFAT, H. A.; PINTO, N. G. Effect of chemical surface heterogeneity on the adsorption mechanism of dissolved aromatics on activated carbono. **Carbon**, Amsterdam, v.38, n.13, p. 1807-1819, 2000.

GUILARDUCI,V.V.S.; MESQUITA,J.P.; MARTELLI,P.B.; GORGULHO, H.F. Adsorção de fenol sobre carvão ativado em meio alcalino. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.6, p.1226-1232, 2006.

LINHARES, F. A.; MARCÍLIO, N. R.; MELO, P. J. Estudo da produção de carvão ativado a partir do resíduo de casca da acácia negra com e sem ativação química. **Scientia cum Industria**, Caxias do Sul, v.4, n.2, p.74-79, 2016.

MATTSON, J. S.; MARK, H.B.; MALBIN, M.D.; WEBER, W. J.; CRITTEN, J. C. Surface chemistry of active carbon: Specific adsorption of phenol. **Journal of Colloid and Interface Science**, Nova Iorque, v.3, n.1, p.116–30, 1969.

RODRÍGUEZ-REINOSO, F.; MOLINA-SABIO, M. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: An overview. **Carbon**, Amsterdam, v.30, n.7, p.1111-1118, 1992.

SOTO, M. L.; MOURE, A.; DOMÍNGUES, H.; PARAJÓ, J. C. Recovery, concentration and purification of phenolic compounds by adsorption: A review. **Journal of Food Engineering**, Londres, v.105, n. 1, p.1-27, 2011.