

## **ESTUDO DA ADSORÇÃO DE FENOL EM CARVÃO ATIVADO E ZEÓLITA USY**

**FABRICIO VENTURA BARSÍ<sup>1\*</sup>; MARINA ROSA TURMINA MARQUEVISKI<sup>2</sup>; ADRIANA DOS SANTOS<sup>3</sup>;  
KELLI RENATA VANDERLINDE<sup>4</sup>;**

<sup>1</sup> Dr. em Engenharia Química, Prof. Adj. C, DENAM, UNICENTRO, Irati-PR, fabricio\_barsi@yahoo.com.br;

<sup>2</sup> Engenharia Ambiental, DENAM, UNICENTRO, Irati-PR, marinamarqueviski@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, DENAM, UNICENTRO, Irati-PR, dossantosadriana@ymail.com

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, DENAM, UNICENTRO, Irati-PR, keh\_linde@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Neste trabalho foi estudada a capacidade de adsorção de fenóis em carvão ativado e na zeólita comercial USY CBV720 através de um efluente modelo com concentração de 20 mg. L<sup>-1</sup>. Todos os experimentos foram realizados em batelada, tanto para os estudos de determinação de tempo de equilíbrio de adsorção e de pH realizados à temperatura de 25°C como para as obtenções das isotermas de adsorção do fenol em carvão ativado e na zeólita HUSY à 25°C, 35°C e 45°C em pH = 7. Os resultados obtidos apontaram que a quantidade máxima adsorvida de fenol para o carvão ativado foi de 60 mg<sub>Fenol</sub>/g<sub>carvão</sub> e para a zeólita USY foi de 55 mg<sub>Fenol</sub>/g<sub>zeólita</sub> utilizando uma concentração de fenol entre 200 mg/L e 400mg/L, indicando que o carvão ativado é um melhor adsorvente quando comparado com a zeólita USY nas condições estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, carvão ativado, zeólita, fenol.

## **STUDY OF ADSORPTION OF PHENOL ON ACTIVATED CHARCOAL AND ZEOLITE USY**

**ABSTRACT:** In this work, the adsorption capacity of phenols in activated charcoal and commercial zeolite USY CBV720 was studied through a model effluent with a concentration of 20 mg. L<sup>-1</sup>. All the experiments were carried out in batch, both for adsorption equilibrium and pH studies at 25°C and for the adsorption isotherms of phenol in activated carbon and HUSY zeolite at 25°C, 35°C and 45 °C at pH = 7. The results showed that the maximum adsorbed amount of phenol for the activated charcoal was 60 mg<sub>Phenol</sub>/g<sub>carbon</sub> and for the USY zeolite was 55 mg<sub>Phenol</sub>/g<sub>zeolite</sub> using a phenol concentration between 200 mg/L and 400 mg/L, indicating that the activated charcoal is a better adsorbent when compared to the USY zeolite under the studied conditions.

**KEYWORDS:** Adsorption, activated charcoal, zeolite, phenol.

## **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, devido às consequências negativas do grande crescimento industrial e populacional, foram detectados graves danos à saúde da população e à natureza, consequentemente despertando uma preocupação maior da sociedade na conservação do meio ambiente, e logo o aumento da responsabilidade ambiental tem sido visível. Diversos países têm voltado seus esforços para a procura de um desenvolvimento autossustentável, que pode ser definido como o progresso industrial que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades (da Silva, Lacerda e Jones Junior, 2005).

Outrora, as empresas tratavam seus efluentes somente dispondo-se a atender a legislação vigente, e hoje na visão econômica, as indústrias evitam desperdícios e asseguram-se de possuir uma boa imagem perante os consumidores. As indústrias são responsáveis por milhões de toneladas de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que sobram em seus processos produtivos, sendo a grande maioria

prejudicial ao meio ambiente. Dentre esses compostos nocivos, os principais são os de origem química, como os fenóis (Schneider, 2008).

Entre os poluentes orgânicos mais comuns sobressaem-se os derivados fenólicos. (EPA, 2000). Este tipo de poluente pode ser encontrado nos efluentes de diferentes indústrias: papel e celulose (subprodutos do processo de branqueamento do papel), corantes e indústria farmacêutica, alimentícia, na fabricação de pesticidas, na indústria metalúrgica, e também em petroquímicas, refinarias de óleo, pesticidas e metalúrgicas (Santana et al., 2009). Além destas indústrias, fenóis são geralmente utilizados para a produção comercial de uma variedade de resinas, estas que são usadas na indústria automobilística, na indústria de resinas epóxi e adesivos, dentre outras várias aplicações (Namane e Hellal, 2006).

O tratamento de efluentes contendo compostos fenólicos pode ser realizado por diferentes metodologias, tais como degradação microbiana, precipitação química, filtração, eletrodeposição, adsorção, filtração por membranas, oxidação e biodegradação (Schneider, 2008).

A Resolução 430 do CONAMA estabelece o valor de  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  para o limite máximo de fenóis nos corpos de água (Brasil, 2011).

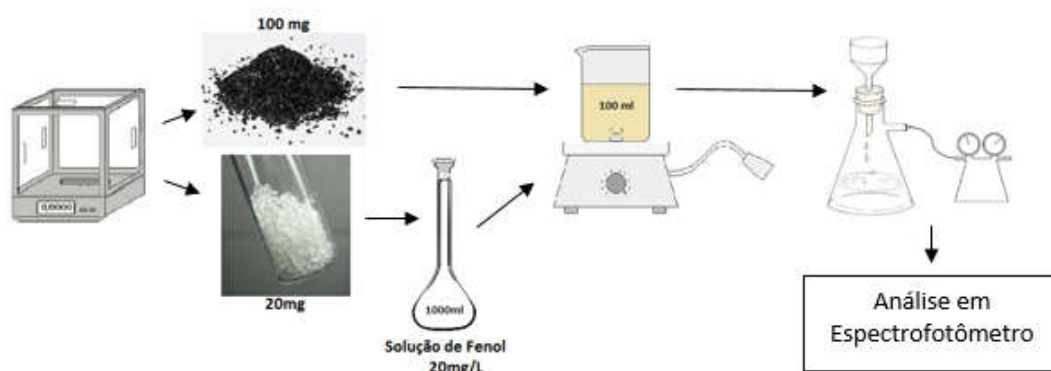
A remoção de fenóis é importante no tratamento das águas de rejeitos industriais. Há uma variedade de técnicas disponíveis atualmente que possuem seus próprios benefícios e limitações. (Schneider, 2008). Um dos métodos mais usados e diversificados atualmente é a adsorção. A adsorção é um método físico que se baseia nas interações intermoleculares entre o analito e o material adsorvente. Entre os adsorventes mais utilizados estão o carvão ativado, as zeólitas e os materiais poliméricos (Lin e Juang, 2009).

A adsorção de fenóis por carvão ativo é o método mais empregado, pois apresentam uma elevada capacidade para adsorver componentes orgânicos de baixo peso molecular, como é o caso dos fenóis.

## MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente foi pesado em balança analítica 20 mg de Fenol Puro e 100mg de Carvão Ativado, a seguir foi preparada a solução fenólica adicionando o fenol em 1000 ml de água destilada. Foi então colocado 50 ml de solução com 100 mg de Carvão Ativo em um Béquer de 100 ml, e deixado em agitação por um tempo pré-determinado. Após esse tempo de adsorção o conteúdo foi filtrado em um conjunto filtro-bomba à vácuo a fim de promover a separação do adsorvente e efluente que logo foi submetido a metodologia para análise de fenol (Figura 1). Esta metodologia consiste em separar 2 ml da amostra e adicionar 500  $\mu\text{L}$  de solução de Carbonato Tartarato e 50  $\mu\text{L}$  do reagente Folin, então a amostra foi submetida a 30 min de pausa no escuro, posteriormente foi analisada em Espectrofotômetro Hach, modelo DR 6000 (UV-VIS- 900nm).

Figura 1- Esquema do procedimento utilizado para a realização dos experimentos



A partir da leitura realizada pelo Espectrofotômetro é possível realizar o cálculo de  $Q_e$  (Concentração do adsorbato no carvão após o equilíbrio, em mg de adsorbato por g de adsorvente) e Eficiência de Remoção (%) pelas Equações 1 e 2 respectivamente.

$$Q_e \left( \frac{mg}{g} \right) = \left( \frac{([C]_{inicial} (mg.L^{-1}) - [C]_{final} (mg.L^{-1})) \times vol. solução (L)}{massa adsorvente (mg.L^{-1})} \right) \quad (1)$$

$$EF (\%) = \left( \left( \frac{[C]_{inicial} (mg.L^{-1}) - [C]_{final} (mg.L^{-1})}{[C]_{inicial} (mg.L^{-1})} \right) \times 100 \right) \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

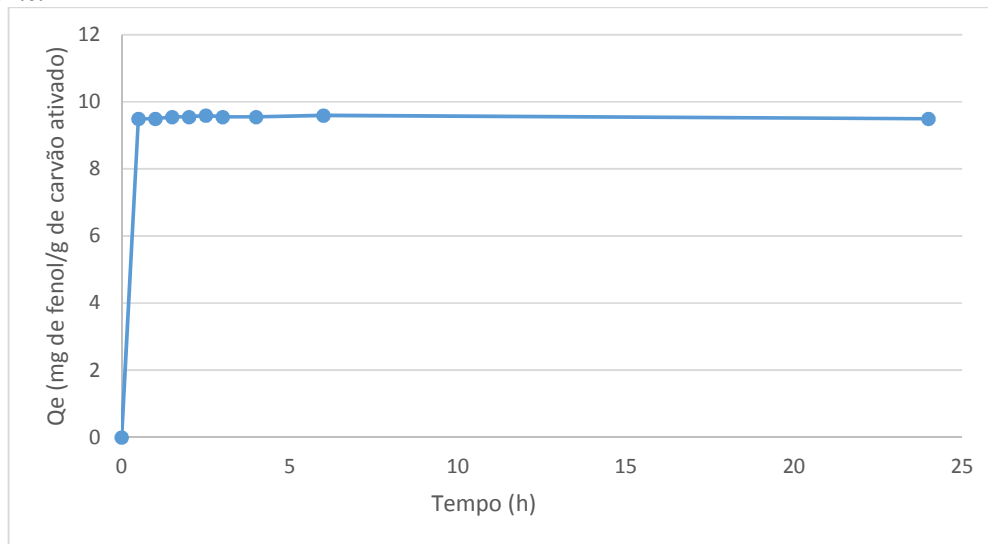
A cinética de adsorção descreve a velocidade com a qual as moléculas do adsorbato são adsorvidas pelo adsorvente. Esta velocidade depende das características físico-químicas do adsorbato (natureza do adsorbato, peso molecular, solubilidade, etc), do adsorvente (natureza, estrutura de poros) e da solução (pH, temperatura, concentração) (Claudino, 2003).

O tempo de contato para que seja alcançado o equilíbrio foi determinado através de experimentos de adsorção do composto em função do tempo de contato.

Para a obtenção do tempo de equilíbrio de adsorção foi preparada a solução de fenol com concentração de 200 mg.L<sup>-1</sup> que foi submetida a agitação por 24 horas em um béquer de 500 ml com 1 g de adsorvente (carvão ativado ou zeólita USY), em intervalos de tempos pré-estabelecidos, durante o período de agitação foram retiradas alíquotas para realizar a análise do fenol adsorvido, com o auxílio de um espectrofotômetro UV/VIS.

O teste foi realizado na temperatura de 25°C e pH = 7,0. Os testes foram realizados em triplicata. Com os dados obtidos, foi possível definir um tempo de adsorção para os ensaios posteriores. A Figura 2 representa a quantidade adsorvida (Q<sub>e</sub>) em função do tempo de contato.

Figura 2. Concentração do adsorbato no carvão após o equilíbrio, em mg de adsorbato por g de adsorvente.



O tempo para a realização do experimento definido como ótimo foi o de 1 hora pois a partir deste momento foi possível observar pela Figura 2 um equilíbrio da concentração de fenol adsorvida.

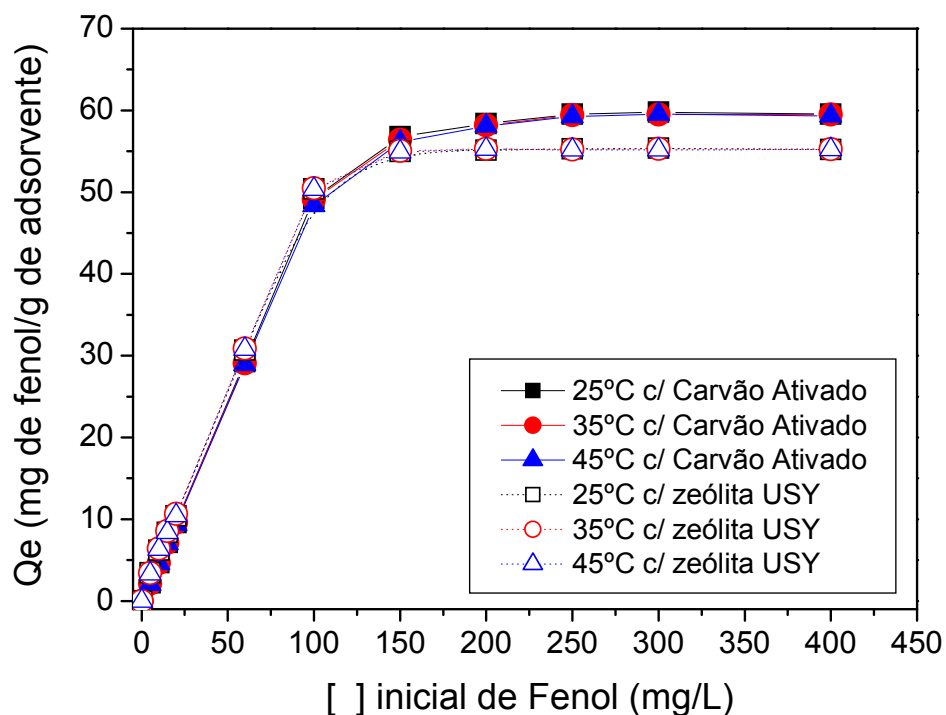
Foram realizados testes variando o pH inicial das soluções para se verificar o efeito deste parâmetro na adsorção do fenol. A temperatura do teste foi de 25°C e os testes foram realizados em triplicata, porem pôde-se observar que a eficiência de remoção pouco variou no intervalo de pH estudado.

O pH escolhido para ser utilizado nos ensaios de isoterma foi o pH 7, pois a Resolução CONAMA 430/2011 estabelece que o pH de lançamento de um efluente deve estar entre 5 e 9 (Brasil, 2011).

Os ensaios de isoterma de adsorção foram realizados pela adição de 50 mL de solução de fenol em diferentes concentrações (5, 10, 15, 20, 60, 100, 150, 200, 250, 300 e 400 mg.L<sup>-1</sup>), e cada concentração foi submetida a uma temperatura diferente (25, 35 e 45°C), contendo 100 mg de adsorvente (carvão ativado ou zeólita USY) nos béqueres de 100 mL. Em seguida os frascos foram agitados e retirados após uma hora (resultado obtido no estudo do tempo de equilíbrio de adsorção), sendo o conteúdo de cada frasco filtrado submetido a metodologia de análise, realizando-se a leitura em um espectrofotômetro UV/VIS.

Na Figura 3 é apresentada as isotermas de adsorção do fenol em carvão ativado e na zeólita USY, realizada em pH 7 e em três temperaturas diferentes 25°C, 35°C e 45°C.

Figura 3. Isotermas de Adsorção nas temperaturas de 25°C, 35°C e 45°C para adsorção de fenol em carvão ativado e em zeólita USY.



Nota-se com o auxílio da Figura 3 que a temperatura não influenciou na capacidade de adsorção do fenol sobre o carvão ativado ou sobre a zeólita USY.

Pode-se observar ainda na Figura 3 que na temperatura de 25°C é possível notar que a quantidade adsorvida sobre o carvão ativado e sobre a zeólita alcança um patamar máximo da capacidade de adsorção por vezes diminuindo a percentagem de adsorção em ambos os adsorventes mesmo aumentando a concentração do efluente, ou seja, pode-se inferir que tanto o carvão ativado quanto a zeólita USY não consegue mais adsorver as moléculas de fenol indicando uma possível saturação da superfície e dos microporos dos mesmos.

Esse comportamento também pode ser observado nas temperaturas de 35°C e 45°C. As quantidades máximas adsorvidas de fenol no carvão ativado e na zeólita USY ocorreram na concentração de fenol entre 200 mg/L e 400mg/L, são essas quantidades máximas adsorvidas para o carvão ativado e a zeólita USY, de 60 mgFenol/gcarvão e de 55 mgFenol/gzeólita, respectivamente.

Esses resultados indicam que o carvão ativado é um melhor adsorvente quando comparado com a zeólita USY nas condições estudadas.

## CONCLUSÃO

O estudo do processo de adsorção de fenol em carvão ativado e em zeólita USY, revelou que através da cinética de adsorção, o tempo mínimo necessário para a obtenção do equilíbrio de adsorção foi de 1 hora. Para o estudo da influência do pH, conclui-se que o pH não possui influência direta na quantidade de fenol adsorvida pelo carvão ativado ou pela zeólita USY, ou seja, a variação do pH não influencia significativamente na eficiência do processo de adsorção para o fenol. Na comparação de isotermas de adsorção à 25, 35 e 45°C, de ambos adsorventes, verificou-se que a quantidade máxima adsorvida de fenol para o carvão ativado foi de 60 mgFenol/gcarvão e para a zeólita USY foi de 55 mgFenol/gzeólita utilizando uma concentração de fenol entre 200 mg/L e 400mg/L.

## REFERÊNCIAS

- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 mai. 2011.
- Claudino, Andréia. Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes. Florianópolis. Dissertação Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- Da Silva, F. M.; Lacerda, S. B.; Jones Junior, J.; Desenvolvimento sustentável e química verde. Química Nova - 2005, 28, 103, 2005.
- EPA - Environmental Protection Agency, 815-F-00-007, 2000.
- Lin, S.H.; Juang, R.S. Adsorption of phenol and its derivatives from water using synthetic resins and low-cost natural adsorbents: A review. Journal of Environmental Management 2009, 90, 1336
- Namane, A.; Hellal, A. The dynamic adsorption characteristics of phenol by granular activated carbon, Journal of Hazardous Materials, 2006, vol.137 nº01.
- Santana, C.M.; Ferrera, Z.S.; Padrón, M.E.T.; Rodríguez, J.J.S. Methodologies for the extraction of phenolic compounds from environmental samples: New approaches. Molecules 2009, 14, 298.
- Schneider, E. L. – Adsorção de Compostos Fenólicos Sobre Carvão Ativado. Dissertação. UNIOESTE, Toledo –PR. 2008.