



## ADSORÇÃO DE PARACETAMOL EM CARVÃO DE DENDÊ IN NATURA E FUNCIONALIZADO EM MEIO ÁCIDO

Beatriz Alonso Massias (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Maria Angélica Simões Dornellas de Barros (Orientador), e-mail: beatriz.massias@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Maringá, PR.

**Área e subárea do conhecimento: Engenharias – Engenharia Química**

**Palavras-chave:** Dendê, adsorção, HCl.

### Resumo

Fármacos, como o paracetamol, estão cada vez mais sendo encontrados no meio ambiente e a preocupação para retirá-los deste meio também é crescente. Assim, tendo em vista que os métodos convencionais para a remoção dos fármacos no meio ambiente não os retiram por completo, uma técnica alternativa pode ser sugerida: a adsorção.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar as cinéticas e as isotermas de adsorção para uma solução aquosa de paracetamol nos valores de pH ácido, pH no ponto de carga zero do adsorvente e pH básico. Como adsorvente, foi utilizado carvão ativado (meio ácido – HCl) de casca de coco de dendê. A partir da funcionalização do carvão e dos ensaios experimentais de cinéticas e isotermas, foi possível realizar a análise das curvas e os ajustes decorrentes de modelos encontrados na literatura.

### Introdução

Fármacos, como o paracetamol, provenientes de efluentes industriais e excretados por humanos estão presentes em lençóis freáticos, estações de tratamento de efluentes e águas de abastecimento (WILLIAMS *et al.*, 2006). Dessa forma faz-se necessário o desenvolvimento de um método eficiente e economicamente viável para a remoção deste contaminante. O fenômeno de adsorção é uma operação unitária que envolve o contato entre um sólido e um fluido, originando uma transferência de massa da fase fluida (adsorvato) para a superfície do sólido (adsorvente). A cinética de adsorção envolve a





influência do tempo de contato entre o adsorbato e adsorvente sobre a quantidade adsorvida. O modelo de pseudo-primeira ordem assume que a velocidade de remoção do adsorbato com o tempo é diretamente proporcional à diferença da concentração da saturação (GUPTA e BHATTACHARYYA, 2011), enquanto que o modelo de pseudo-segunda ordem assume que a quimissorção pode ser a etapa de controle da velocidade dos processos de adsorção.

Para as isotermas de adsorção, a isoterma proposta por Langmuir assume que a atração entre o adsorbato e a superfície do adsorvente se baseia principalmente em forças eletrostáticas ou de Van Der Waals. Já a isoterma de Freundlich também é muito utilizada para descrever os dados experimentais de adsorção com baixas concentrações de soluto.

## Materiais e métodos

O adsorvente utilizado na pesquisa foi o carvão ativado de casca de coco de dendê, o adsorbato foi o paracetamol e utilizaram-se os reagentes químicos (HCl e metanol). A funcionalização foi realizada em tratamentos com 10 g de carvão ativado de dendê mantido 40°C, com 100 mL de ácido clorídrico concentrado a 1 mol/L durante períodos de 6 horas em capela de exaustão. Foram denominados as seguintes nomenclaturas: CAD – Carvão de dendê; CADCL – Carvão de dendê funcionalizado com HCl. Para a determinação do pH de ponto de carga zero, utilizou-se a metodologia proposta por REGABALBUTO e PARK, 1995, denominada como experimentos dos 11 pontos. Para os ensaios de adsorção, tanto para cinética como para isotermas foram utilizadas soluções (10% metanol) de paracetamol em concentrações de 50 mg L<sup>-1</sup> com os pH corrigidos. Os ensaios cinéticos foram conduzidos em sistemas de batelada e o tempo de contato variou de 0 a 480 min para cada valor de pH. Os ensaios de isotermas de adsorção foram obtidas com a adição de diferentes massas de carvões ativados (7 a 40 mg) e o tempo de contato foi o dobro do tempo de equilíbrio obtido nos ensaios cinéticos.

Posteriormente, em ambos os casos, as amostras foram filtradas e analisadas no espectrofotômetro.

## Resultados e Discussão



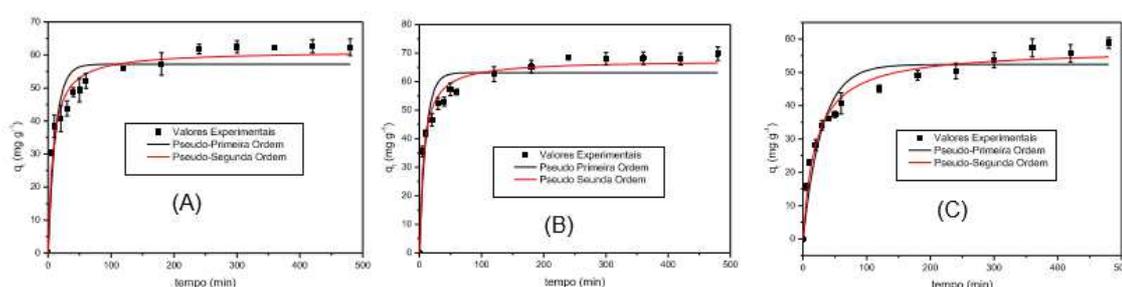


Pôde-se observar que, após a funcionalização, ocorreu a diminuição do  $pH_{PCZ}$  (Tabela 1), pelo fato de que possui maior quantidade de grupos funcionais ácidos presentes nas amostras de carvão ativado funcionalizado.

**Tabela 1** – Valores dos pontos de carga zero antes e depois de funcionalizar

| Amostra    | CAD | CADCL |
|------------|-----|-------|
| $pH_{PCZ}$ | 6,5 | 3,76  |

Por meio da Figura 1 é possível observar que o modelo cinético de pseudo-segunda ordem se ajusta melhor aos dados experimentais, com base no valor do coeficiente de correlação  $R^2$  estar próximo a 1.

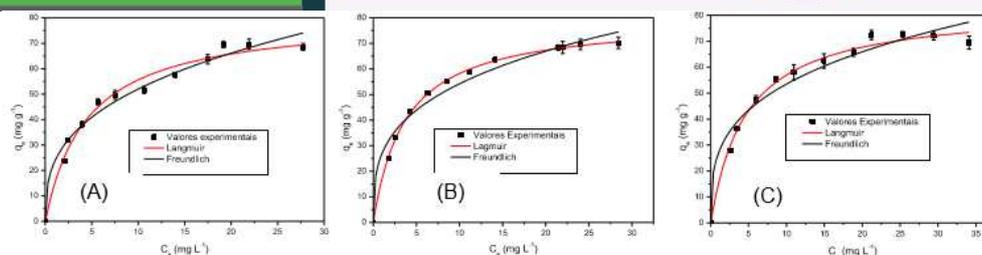


**Figura 1** – Cinéticas de adsorção (A) pH 2, (B)  $pH_{PCZ}$  e (C) pH 10; ■ Valores Experimentais; — Pseudo-Primeira Ordem; — Pseudo-Segunda Ordem.

Observa-se, ainda, que em todos os ensaios cinéticos a taxa de adsorção é mais rápida nos primeiros 60 minutos do processo e partir deste tempo a quantidade adsorvida aumenta lentamente, até o tempo de equilíbrio, próximo a 120 minutos. Isso significa que o tempo para a realização das isotermas de adsorção é de 240 minutos.

Como apresentado na Figura 2, verifica-se que os resultados experimentais para todos os carvões ativados se ajustam melhor ao modelo de isoterma proposto por Langmuir, pois apresenta o coeficiente de correlação  $R^2$  mais próximo de 1 do que os outros ajustes. Isso pode ser associado à adsorção homogênea, característica de sistemas com atração forte pelos sítios, com grande contribuição da quimissorção.





**Figura 2** – Isothermas de adsorção (A) pH 2, (B) pH<sub>PCZ</sub> e (C) pH 10; ■ Valores Experimentais; ▴ Langmuir; ▣ Freundlich.

## Conclusões

Os resultados dos ensaios cinéticos apresentaram um bom ajuste ao modelo cinético de pseudo-segunda ordem. Os ajustes do modelo de pseudo-segunda ordem mostraram que os sistemas em pH em meio ácido apresentaram uma maior adsorção dos fármacos comparadas ao pH 10. Em relação aos dados de equilíbrio, o modelo de Langmuir melhor se ajustou em todos os dados experimentais, pois possui coeficiente de correlação  $R^2$  próximo a 1. Por fim, conclui-se que a técnica de adsorção é uma boa alternativa para a remoção de fármacos do meio ambiente.

## Agradecimentos

Este trabalho é dedicado com honráveis agradecimentos à minha professora orientadora Maria Angélica, ao mestrando que me auxiliou e me ensinou não só a metodologia prática como também os fundamentos teóricos, Hugo, e ao CNPq/FA pelo auxílio financeiro.

## Referências

- LANGMUIR, I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. **Journal of American Chemical Society**, v. 40, p. 1361–1403, 1918.
- GUPTA, Susmita S.; BHATTACHARYYA, Krishna G. Kinetics of adsorption of metal ions on inorganic materials: A review. **Advances in Colloid and Interface Science**, v.162, p.39-58, 2011.
- REGALBUTO J.R.; PARK J. **A simple, accurate determination of oxide PZC and the strong buffering effect of oxide surfaces at incipient wetness**. *J. Colloid Interface Sci.* v.175, p.239–252 1995.

