

ESTUDO DE ADSORÇÃO DE CAFEÍNA EM CARVÃO ATIVADO DE FIBRA DA ALPACA

Larissa Pereira Dutra (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Marcela Cristina da Silva, Lucas Spessato, Jéssica Tami Calixto Yokoyama, Vitor de Cinque Almeida (Orientador), e-mail: vc Almeida@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR

Área: Ciências Exatas e da Terra e subárea Química.

Palavras-chave: fibras de alpaca; cafeína; adsorção.

Resumo:

A cafeína (CFN) é uma substância orgânica que pode ser encontrado em vários produtos alimentícios e fármacos, que quando ingerida podem ser excretadas na forma não metabolizada pela urina. Assim, a CFN pode encontrar-se presente em esgotos domésticos e atuando como indicador de outros contaminantes no meio ambiente. O presente trabalho propõe avaliar a remoção da CFN em solução aquosa a partir do processo de adsorção utilizando como material adsorvente o carvão ativado (CA) obtido de fibras da Alpacas. Os estudos de adsorção do efeito do pH e equilíbrio em solução aquosa foram realizados. De acordo com os resultados, o pH 7,0 apresentou o maior valor de capacidade de adsorção (28 mg g^{-1}). Para o estudo de equilíbrio de adsorção, o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Langmuir, apresentando valor de $R^2 = 0,99006$. O modelo de Langmuir sugere que um processo de adsorção de monocamada e com interações química e/ou física. Adicionalmente, o valor de capacidade de adsorção em monocamada (Q_m) foi de $38,3 \text{ mg g}^{-1}$.

Introdução

A cafeína (CFN) é uma substância alcalóide pertencente à classe das metixantinas e que pode ser encontrada em bebidas à base de café, chás, refrigerantes, chocolates e doces (Buerge et al., 2012). O seu consumo a longo prazo pode levar ao desenvolvimento de dependência e tolerância aos seus efeitos colaterais. Estima-se que nos países mais desenvolvidos, 90% da população ingerem cerca de 200 mg/dia de CFN, o que a faz ser considerada uma droga psicoativa mais consumida em todo o mundo (Chrościńska-Krawczyk et al., 2016). A CFN possui um papel importante em relação aos compostos considerados poluentes emergentes, uma vez que ela pode atuar como indicador de poluição ambiental (Linden et al., 2015).

O processo de adsorção consiste em uma operação de transferência de massa que podem ocorrer na interface sólido/líquido. O emprego da adsorção tem

sido muito utilizado em tratamentos de águas, uma vez que apresenta certas vantagens em comparação a outros métodos, tais como: necessidade de menor área de aplicação, baixa sensibilidade à variação diurna, não é afetado por reagentes tóxicos, remoção de compostos orgânicos e inorgânicos. Muitos estudos têm sido realizados com o propósito de obter novos materiais adsorventes, como carvões ativados (CAs), para serem aplicados em processos de adsorção. Nesse sentido, precursores de CAs que sejam abundantes e considerados sustentáveis têm sido estudados e propostos (Amin, 2008).

O presente trabalho propõe utilizar as fibras irregulares e curtas de pelos da Alpacas que são considerados resíduos, como precursores de CAs para serem aplicados em estudos de adsorção de CFN.

Materiais e Métodos

Preparação do CA

As fibras de Alpacas foram adquiridas a partir de empresas que realizam tosa em penteagem da cidade de Arequipa, Peru. Em laboratório, as fibras foram devidamente cortadas em pedaços com dimensões de aproximadamente 1,0 cm. Para preparação do CA, a quantidade de 3,00 g do precursor e 3,00 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) (razão de impregnação de 1:1 m:v) foram inseridos em um reator de aço inoxidável e levado à estufa por 24 h a temperatura de 60°C . Em seguida, o sistema com a mistura foi inserido em um forno mufla e submetido a uma rampa de aquecimento com uma taxa de aquecimento de 5°C min^{-1} . O forno foi aquecido até 500°C , permanecendo nesta temperatura por 2 h. Decorrida a pirólise, o produto foi purificado, utilizando solução de NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e água destilada quente até que pH da água de lavagem atingisse o valor próximo de 6,5. O sólido purificado foi seco em estufa a 110°C por 24 h e armazenado.

Estudos de adsorção

Para investigar o efeito do pH de adsorção, foram preparadas soluções de $150,0 \text{ mg L}^{-1}$ de CFN com valores de pH de 3,0-12,0, com auxílio de soluções de $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH e HCl. O estudo de equilíbrio de adsorção foi realizado a partir de soluções com concentrações que variaram de 5,0 a $150,0 \text{ mg L}^{-1}$ no pH considerado ótimo. Para todos os experimentos, 25,0 mL de solução foram colocados em contato com quantidades de 25,0 mg do CA e agitados, usando agitador mecânico, por 240 min. O CA foi separado das soluções por filtração e as concentrações remanescentes da CFN foram determinadas a partir do método espectrofotométrico usando um espectrofotômetro UV/VIS no comprimento de onda máximo da CFN ($\lambda_{\text{max}} = 273 \text{ nm}$). Os valores de capacidades de adsorção foram calculados a partir da seguinte relação:

$$Q_m = q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{m}$$

Onde C_i é concentração inicial do CFN, Q_m e C_e são a concentração de na fase líquida no equilíbrio (mg L^{-1}), V volume da solução, e m corresponde a massa do CA.

Resultados e Discussão

A **Figura 1 e Tabela 1** apresentam o efeito do pH da solução na adsorção da CFN sobre CA e os dados de experimentais de equilíbrio de adsorção, assim como os parâmetros dos ajustes dos modelos isotérmicos, respectivamente.

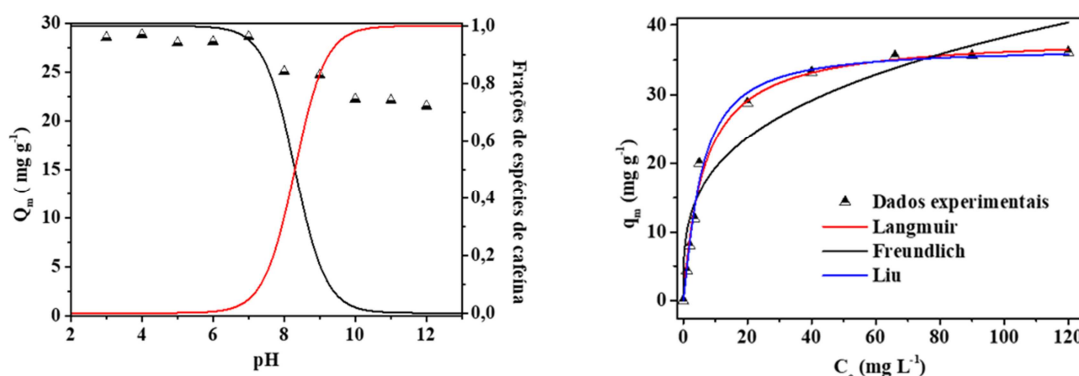


Figura 1 – Gráfico de pH de adsorção e distribuição das espécies da CFN (a) e equilíbrio de adsorção (b) com os ajustes dos modelos.

Como pode ser observado na **Figura 1a**, os valores de Q_m são maiores em pH menores que 8,0. Essa tendência é devido à característica básica da CFN (pK_a 8,5) e ao valor de pH_{PCZ} (3,0) do CA. Em valores de $pH < 8,0$ as moléculas de CFN encontram-se predominantemente em sua forma protonada, o que favorece sua solubilidade e a adsorção a partir de interação eletrostática com a superfície negativa do CA. Por outro lado, em valores de $pH > 8,0$, as moléculas de CFN encontram-se preferencialmente na sua forma neutra, e adsorção deve ocorrer a partir de interações π - π entre o seu anel heterocíclico e os anéis aromáticos do CA, bem como ligações de hidrogênio. O valor de pH 7,0 foi escolhido para os estudos posteriores de adsorção.

Tabela 1. Parâmetros dos modelos isotérmicos e o coeficiente de determinação (R^2).

Langmuir	Freundlich
$Q_m = 38,3 \text{ mg g}^{-1}$	$k_F = 9,79 \text{ L mg}^{-1}$
$K_L = 0,15 \text{ L mg}^{-1}$	$n_F = 3,38$
$R^2 = 0,9900$	$R^2 = 0,9156$

A partir dos resultados apresentados na **Figura 1b e Tabela 1**, pode ser visto que ambos os modelos de Langmuir e de Freundlich apresentaram altos valores de R^2 . No entanto, o modelo de Langmuir foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, indicando que a adsorção da CFN sobre CA ocorre em monocamada, sendo ainda, caracterizada por ser uma adsorção localizada, que acontece pela colisão de moléculas com sítios vazio. Além disso, a capacidade máxima de adsorção em monocamada foi determinada como sendo de $36,3 \text{ mg g}^{-1}$.

Conclusões

O CA de fibra da Alpaca apresentou resultados satisfatórios para adsorção de CFN em solução aquosa. O processo de adsorção é favorecido em valores de pH ácidos. O estudo de equilíbrio de adsorção mostrou que o modelo de Langmuir é o que melhor se ajusta aos dados experimentais. O CA possui boa capacidade de adsorção de CFN ($Q_m = 38,43 \text{ mg g}^{-1}$).

Agradecimentos

Ao CNPq, Fundação Araucária e UEM

Referências

- Ahmed, M.J., Islam, Md. A., Asif, M., Hameed, B.H. Human hair-derived high surface area porous carbon material for the adsorption isotherm and kinetics of tetracycline antibiotics. **Bioresource Technology** 243 (2017) 778-784.
- Amin, N. K. Removal of reactive dye from aqueous solutions by adsorption onto activated carbons prepared from sugarcane bagasse pith. **Desalination** 223 (2008) 152-161.
- Buerge, I.J., Poiger, T., Müller, M.D., Buser, H.R. Caffeine, an anthropogenic marker for wastewater contamination of surface waters. **Environmental Science Technology** 37 (2012) 691–700.
- Chrościńska-Krawczyk, M., Jargiello-Baszak, M., Andres-Mach, M., Luszczki, J. J., Czuczwar, S. J. Influence of caffeine on the protective activity of gabapentin and topiramate in a mouse model of generalized tonic-clonic seizures. **Pharmacological Reports** 68 (2016) 680 – 685.
- Linden, R., Antunes, M. V., Heinzemann, L. S., Flech, J. D., Staggemeier, R., Fabres, R. B., Vecchia, A. D., Nascimento, C. A., Spilki, F., R. Caffeine as an indicator of human fecal contamination in the Sinos River: a preliminary study. **Brazilian Journal of Biology** 75 (2015) 81 – 84.