

ESTUDO DE ADSORÇÃO DOS ÍONS Pb(II) E Cd(II) A PARTIR DO PÓ DE CEVADA TORRADA, SISTEMAS EM BATELADA E COLUNA DE LEITO FIXO

Ana Ruth dos Santos^{1*}, Leocássya Galvão dos Santos¹, José Augusto Soares de Araújo¹, Ronaldo Ferreira do Nascimento², Raimundo Nonato Pereira Teixeira³

1. Estudante de IC do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA

2. Pesquisador da Universidade Federal do Ceará- UFC

3. Professor do Departamento de Química Biológica - DQB-URCA - / Orientador

Resumo

A capacidade remoção dos íons Pb(II) e Cd(II) em soluções aquosas, através da biossorção utilizando pó de cevada torrada, foi investigada em experimentos em sistemas de batelada e em colunas de leito fixo. Foram investigados: a influência das concentrações iniciais para a construção das isotermas de adsorção; o tempo de contato para realização estudos de equilíbrio cinético e o mecanismos de adsorção. Nos experimentos em coluna de leito fixo foi avaliado o controle da vazão da solução sobre a coluna. Os resultados experimentais das isotermas de adsorção foram confrontados com os modelos de Langmuir e Freundlich. Os resultados apresentaram capacidades de 20,18 mg.g⁻¹ para o Pb(II) e 6,67 mg.g⁻¹ para o íon Cd (II). Nos experimentos cinético, verificou-se um tempo de equilíbrio em torno de 30 minutos para ambos os íons estudados, com mecanismos de difusão predominantemente intrafilme. Nos experimentos em coluna de leito fixo, verificamos um tempo de ruptura na ordem de 200 min para o Pb(II) e 100 min Para o íon Cd(II) com uma concentração inicial de 150 mg.L⁻¹, utilizando uma vazão de 2,0 mL.min⁻¹ com uma massa de 5,0 g de pó de cevada como adsorvente.

Autorização legal: Pesquisa autorizada pelo Departamento de Química Biológica da URCA.

Palavras-chave: Adsorção, Cevada, Pb(II), Cd(II), Isotermas, Cinética.

Apoio financeiro: Fundação Cearense de Amparo à pesquisa - FUNCAP

Introdução:

As previsões climáticas e ambientais apontam que nosso planeta apresentará vários problemas com relação à oferta de água para as populações num futuro próximo (NASCIMENTO *et al.*, 2015). É fato que em alguns lugares do mundo muitas pessoas já sofrem pela falta de água e cada vez mais o número de pessoas que ficam doentes pelo uso de água contaminada aumenta. Diante deste fato os órgãos governamentais têm criado leis que regulamentam os limites de potabilidade das águas que são utilizadas pelas populações com a finalidade de preservar este bem tão precioso para todos.

É neste cenário que se observa o crescente número de publicações científicas que falam deste assunto, muitas das quais tratam dos problemas relacionados às altas concentrações de substâncias químicas contidas nas águas contaminadas (MOREIRA *et al.*, 2012, AMORIM e SANTOS, 2012, DINU, 2014, DELLAMATRICE e MONTEIRO, 2014). Outras têm como propósito apresentar soluções que viabilizem a descontaminação dos corpos hídricos ou previna vários tipos de contaminação (DOMINGOS, 2013, NETO, 2012, SINGH *et al.*, 2014, TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Uma das técnicas mais estudadas no controle de poluentes dos corpos hídricos é a adsorção. Trata-se de um processo de transferência de massa de uma ou mais substâncias solúveis no meio aquoso para um determinado material sólido, imerso na solução, chamado de adsorvente.

Muitos materiais têm sido testados como adsorventes, dentre eles materiais de origem vegetal ou animal, os chamados bioadsorventes. Tais materiais apresentam as vantagens de serem abundantes e serem de baixo custo.

O pó de cevada torrada tem sido uma das alternativas para quem deseja substituir o café em sua alimentação. Após o uso do pó de cevada no preparo das refeições, este geralmente é descartado no lixo ou é lançado

nos ralos das pias.

Com o intuito de procurar uma possível utilização deste rejeito doméstico, o presente trabalho, tem por objetivo apresentar os resultados obtidos nos experimentos que demonstram a capacidade de adsorção aos íons metálicos Pb(II) e Cd(II) em solução aquosa a partir do rejeito do pó de cevada torrada. Para isto foram realizados experimentos em sistemas de batelada e em coluna de leito fixo. Os dados obtidos revelam que o material em estudo apresenta uma boa capacidade adsorptiva frente aos íons Pb(II) e Cd(II), quando comparados a outros materiais com características semelhantes investigados por outros autores (ANWAR *et al.*, 2010, LASHEEN *et al.*, 2012)

Metodologia:

O pó de cevada foi comprado em um supermercado da região. A Marca do pó de cevada utilizada foi a da empresa SUPERBOM. Após o preparo do suco de cevada, obtido pelo aquecimento do pó em água fervente, o rejeito foi decantado e separado para posterior processo de secagem em estufa à 40°C.

As amostras dos íons metálicos foram preparadas utilizando-se sais dos íons em solução tampão em pH 5,5. Utilizou-se ácido acético e acetato de sódio para o preparo da solução tampão.

As soluções foram preparadas a partir dos sais de nitrato. Os sais utilizados foram Cd(NO₃)₂.4H₂O (VETEC P.A) e Pb(NO₃)₂ (DINÂMICA P.A).

As análises das amostras contendo os íons metálicos Cd(II) e Pb(II) foram efetuadas de acordo com os procedimentos recomendados pelo manual do fabricante do equipamento de absorção atômica modelo 933Plus da marca GBC, Austrália.

Para o estudo de equilíbrio utilizou-se uma mesa agitadora orbital com velocidade mantida a 150 rpm. A massa do adsorvente foi de aproximadamente 50 mg em um volume de 25 mL de soluções monoelementares dos íons de interesse com concentrações variando de 40 a 300 (mg.g⁻¹). O pH ótimo utilizado, foi 5,5 em tampão acético e tempo de equilíbrio 30 min a 28°C. Após o período de agitação o sobrenadante foi filtrado e concentração residual do metal foi determinada por espectroscopia de absorção atômica.

A quantidade de metal adsorvido (mg.g⁻¹) foi determinado a partir das concentrações antes e após o tempo de equilíbrio através da

equação 01.

$$q = \frac{(C_{eq} - C_o)xV}{m} \quad (01)$$

Onde C_o e C_{eq} são as respectivas concentrações inicial e de equilíbrio do metal presente na alíquota de solução empregada. Na mesma equação V(L) e m(g) correspondem a alíquota da solução do metal e a massa do adsorvente, respectivamente.

Os experimentos em coluna de leito fixo, foram realizados utilizando uma bureta de 50 mL como coluna. O fluxo da solução foi de 2,0 mL/min com um controle feito por uma bomba peristáltica. A massa do adsorvente contido na coluna foi de 5,0 g.

Resultados e Discussão:

Os experimentos de isotermas de adsorção apresentaram as capacidades máximas de 20,18 mg.g⁻¹ para o íon Pb(II), e 6,67 mg.g⁻¹ para o íon Cd(II). Os resultados experimentais se adequaram de forma mais satisfatória ao modelo de Langmuir. Os valores das constantes de Langmuir e de Freundlich estão apresentados na tabela 01.

Langmuir			
Metal	Q _{max}	K _L	R ²
Pb(II)	20,18	0,025	0,989
Cd(II)	6,67	0,038	0,985
Freundlich			
Metal	N	K _F	R ²
Pb(II)	2,865	3,705	0,959
Cd(II)	3,405	3,252	0,979

No estudo cinético verificaram-se tempos de equilíbrio de aproximadamente 30 min para os dois íons. Os dados experimentais foram confrontados com o modelo de Pseudo-segunda proposto por Ho e apresentaram uma boa concordância. Os mecanismos difusivos foram estudados pelo modelo de Webber-Morri, e demonstraram que predominam os processos difusivos intrafilmes. As curvas dos estudos dos mecanismos de difusão estão apresentadas nas figuras 02 e 03 respectivamente.

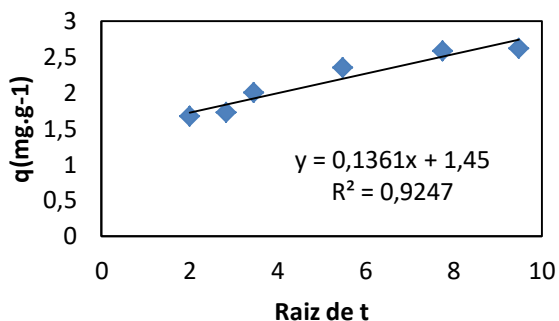


Figura 02 – Curva teórica Segundo o modelo de Webber- Morri do estudo cinético de adsorção do íon Pb(II) no pó de cevada torrado.

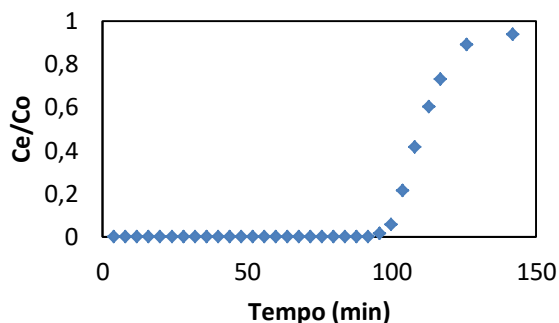


Figura 05- Curva de ruptura nos experimentos em coluna de leito fixo utilizando o pó de cevada na adsorção do íon Cd(II). Fluxo de 2,0 mL/ min a 25°C.

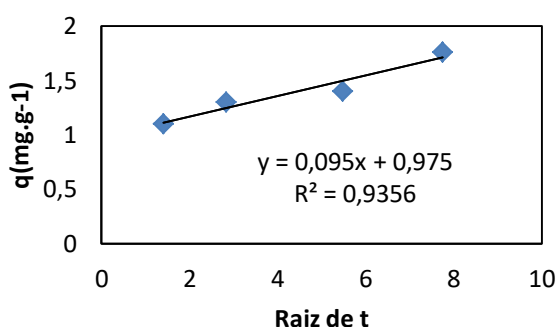


Figura 03 – Curva teórica Segundo o modelo de Webber- Morri do estudo cinético de adsorção do íon Cd(II) no pó de cevada torrado.

Os experimentos em coluna de leito fixo demonstraram um tempo médio para ruptura da coluna numa faixa de 200 min para o íon Pb(II) e 100 min para o íon Cd(II), como apresentado nas figuras 04 e 05 respectivamente.

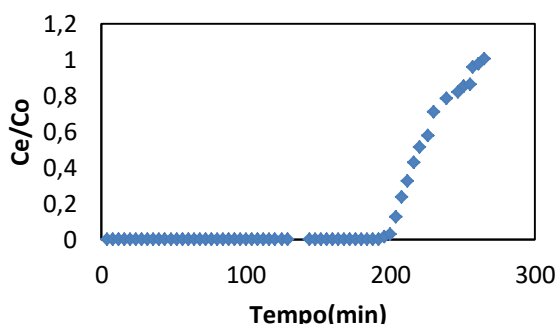


Figura 04- curva de ruptura nos experimentos em coluna de leito fixo utilizando o pó de cevada na adsorção do íon Pb(II). Fluxo de 2,0 mL/ min a 25°C.

Conclusões:

O rejeito do pó de cevada apresentou uma boa capacidade de adsorção dos íons Cd(II) e Pb(II). Os valores das capacidades máximas calculadas pelo modelo de Langmuir foram 20,18 mg.g⁻¹ e 6,67 mg.g⁻¹ para os íons Pb(II) e Cd(II) respectivamente. O estudo cinético apresentou um tempo de equilíbrio relativamente rápido com valores de aproximadamente 30 minutos, adequando-se preferencialmente ao modelo de pseudo-segunda ordem de Ho. Os estudos relacionados aos mecanismos envolvidos no processo de adsorção apontam como etapa determinante uma difusão intrafilme como apresentados pelo modelo de Webber Morri. Os ensaios em coluna de leito fixo mostraram que o tempo de ruptura da coluna para o íon Pb(II) foi de aproximadamente 200 min e para o íon Cd(II) foi de aproximadamente 100 min, nas mesmas condições experimentais.

Referências bibliográficas

AMORIM, K. C., & DOS SANTOS, J. H. S. Levantamento das áreas de risco de contaminação das águas subterrâneas na sub-bacia do rio Maracanã. Cadernos de Pesquisa, UFMA. v. 21, n. 3, 2012.

ANWAR, Jamil et al. Removal of Pb (II) and Cd (II) from water by adsorption on peels of banana. Bioresource technology, v. 101, n. 6, p. 1752-1755, 2010.

DELLAMATRICE, Priscila M.; MONTEIRO, Regina TR. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. R. Bras. Eng.

Agríc. Ambiental, v. 18, n. 12, p. 1296-1301, 2014.

DINU, MARINA *et al.*, Migration of humus substances from soil to water and the main chemical reaction (in different natural zone of Russian Federation). In:EGU General Assembly Conference Abstracts. p. 5769, 2014..

DOMINGOS, B. S. B., DA COSTA, L. M., DOS SANTOS, F. S., PEREIRA, A. C. C., & DOS SANTOS, A. M. Avaliação do Potencial de Uso da Biomassa Seca de Aguapé (*Eichornia crassipes*) na Descontaminação de Soluções Aquosas Contendo Nitrato e Zinco. Cadernos UniFOA, (23), 9-14, 2013.

LASHEEN, Mohamed R.; AMMAR, Nabila S.; IBRAHIM, Hanan S. Adsorption/desorption of Cd (II), Cu (II) and Pb (II) using chemically modified orange peel: Equilibrium and kinetic studies. Solid State Sciences, v. 14, n. 2, p. 202-210, 2012.

MOREIRA, J. C., PERES, F., SIMÕES, A. C., PIGNATI, W. A., DE CARVALHO DORES, E., VIEIRA, S. N., & MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. Ciênc. saúde coletiva, 17(6), 1557-1568, 2012.

NASCIMENTO, Jéssica Dos Reis Ribeiro Do. Crise hídrica de 2014: o caso do sistema cantareira em São Paulo. 2015.

NETO. V. O. S. Modificação química da casca do coco bruto (*cocos nucifera*) para remoção de Cu²⁺ de efluente sintético e industrial: estudo de isoterma de adsorção, cinética e coluna de leito fixo. Tese de Doutorado Universidade Federal do Ceará- UFC, 2012.

SINGH, Y. P.; SINGH, Jeevan; DAS, Ghanshyam. Removal of Dissolved Salts and Toxic Substances from Water Using Desert Desalting Kit. Defence Science Journal, v. 31, n. 3, p. 255-259, 2014.

TEIXEIRA, R. N., NETO, V. O. S., OLIVEIRA, J. T., OLIVEIRA, T. C., MELO, D. Q., SILVA, M. A., & NASCIMENTO, R. F. Study on the

use of Roasted Barley Powder for Adsorption of Cu²⁺ Ions in Batch Experiments and in Fixed-bed Columns. *BioResources*, 8(3), 3556-3573, 2013.