

VIABILIDADE DO USO DA CASCA DE BANANA COMO ADSORVENTE DE ÍONS DE URÂNIO

Milena R. Boniolo e Mitiko Yamaura

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP.
mboniolo@ipen.br

RESUMO

Neste trabalho investigou-se a viabilidade da casca de banana como adsorvente de íons de urânio presentes em efluentes líquidos radioativos. A casca da banana é uma biomassa residual considerada muitas vezes um poluente e, apresenta capacidades adsorptivas por metais e compostos orgânicos. Usando-se a casca de banana como adsorvente dois problemas são solucionados, a biomassa residual pode ser retirada do local onde é depositada e os efluentes podem ser tratados por este material. Trata-se de um processo de adsorção simples, de baixo custo e fácil aplicação. Estudaram-se a influência do tamanho do material adsorvente e a cinética de adsorção na remoção de urânio. O comportamento de adsorção foi avaliado segundo os modelos de isoterma de Freundlich e Langmuir.

1. INTRODUÇÃO

Várias atividades antrópicas, como as industriais, têm consumido recursos naturais e gerado resíduos que afetam intensamente o meio ambiente. Diversos segmentos industriais bem como usinas de mineração, hospitais e universidades geram volumes consideráveis de rejeitos líquidos radioativos.

Para a preservação e manutenção dos recursos naturais foram criadas as legislações ambientais e órgãos fiscalizadores, como CETESB [1] e SABESP [2] em São Paulo. Para o controle de rejeitos nucleares há o órgão fiscalizador CNEN [3].

No entanto, só a fiscalização torna-se insuficiente para esta problemática. Além de evitar que novos contaminantes entrem em contato com o meio ambiente, é necessário desenvolvimento de novas tecnologias para recuperar os recursos já prejudicados.

Para serem viáveis, as tecnologias de tratamento de efluentes devem apresentar baixo custo operacional e elevada eficiência na capacidade de remoção dos poluentes. É principalmente por este motivo que o estudo envolvendo a biomassa residual para tratar efluentes [4, 5] tem despertado grande interesse nos últimos anos. Trata-se de um material natural praticamente sem custo, abundante e apresenta capacidades adsorptivas por metais [6,7] e compostos orgânicos [8].

O uso deste tipo de material reduz o impacto ambiental de duas formas, isto é, a biomassa residual que muitas vezes torna-se um poluente pelo acúmulo é retirada do local onde é gerada ou depositada e os efluentes contaminados, por sua vez, podem ser tratados com esta.

Um outro aspecto importante é a reutilização tanto da biomassa quanto dos poluentes metálicos adsorvidos que podem ser recuperados por processos de desorção.

Neste trabalho verificou-se a viabilidade da casca da banana como adsorvente de urânio. Estudaram-se a eficiência do tamanho do material adsorvente na remoção de urânio, a cinética de adsorção e as isotermas de equilíbrio segundo os modelos de Freundlich e Langmuir.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Preparo da Casca de Banana como Adsorvente

As cascas da banana foram picadas em pequenos pedaços e secas em temperatura ambiente ao sol. Após moagem em um processador, as partículas obtidas foram armazenadas para estudos posteriores.

2.2. Método “Batch”

Os experimentos de adsorção dos íons metálicos foram realizados por método batch. Agitaram-se mecanicamente 50 mg da casca de banana com 2 mL de solução de urânio, durante um certo intervalo de tempo. Separou-se o sobrenadante e realizou-se o controle analítico de íons de urânio remanescente por espectrofotometria. Todos os experimentos foram realizados a temperatura ambiente.

2.3. Espectrofotometria

O controle analítico de íons U (VI) foi realizado no espectrofotômetro de UV-visível, mod. B582, Micronal, utilizando o método de Arsenazo III[9]. Uma alíquota de amostra contendo UO_2^{2+} foi colocada em um balão de 5 mL. Adicionaram-se 1,5 mL de arsenazo III a 0,06% e alíquotas de ácido nítrico 0,5 mol/L para ajustar o pH final no intervalo de 1 a 2 [10]. Completou-se com água destilada. Preparou-se o branco nas mesmas condições, entretanto, sem a alíquota de amostra. Realizou-se a leitura de absorbância do complexo UO_2^{2+} /arsenazo (III) no comprimento de onda igual a 650nm. Os resultados obtidos são a média de análises realizadas em triplicata de cada amostra. Através da curva de calibração para o urânio, foram obtidos os valores do metal em massa.

2.4. Porcentagem de Adsorção (% ads)

O percentual de adsorção foi calculado pela equação (1):

$$\% \text{ ads} = (C_i - C_f) / C_i \times 100 \quad (1)$$

C_i = concentração inicial de urânio na fase aquosa antes do equilíbrio

C_f = concentração final de urânio na fase aquosa após o equilíbrio

2.5. Isotermas: Freundlich e Langmuir

A isoterma de Freundlich supõe um número quase infinito de sítios de adsorção em relação ao número de moléculas de soluto e baseia-se no conceito que os íons são infinitamente acumulados na superfície do adsorvente, como descrito pela equação (2).

$$\log q_{eq} = \log K_F + 1/n \log C_{eq} \quad (2)$$

q_{eq} é a quantidade de soluto adsorvido no adsorvente (mg/g)

C_{eq} é a concentração de equilíbrio do soluto na fase líquida (mg/L)

K_F e $1/n$ são constantes de Freundlich e são indicadores de capacidade de adsorção e intensidade de adsorção, respectivamente. Um valor de $1/n$ menor do que 1 indica que a adsorção é favorável.

No modelo de Langmuir, a adsorção aumenta linearmente com o aumento de concentração do soluto e aproxima-se de um valor constante devido ao número limitado de sítios de adsorção. O modelo é descrito pela equação (3).

$$C_{eq}/q_{eq} = 1/Q K_L + C_{eq}/Q \quad (3)$$

Q é a capacidade máxima de adsorção (mg/g),

K_L é a constante de Langmuir relacionada a energia de adsorção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tamanho da Partícula Adsorvente

A casca da banana anteriormente preparada foi moída e separada em diferentes frações com auxílio de peneiras granulométricas. Os tamanhos estudados foram: 0,074; 0,18; 0,42; 2,5 e 6 mm. As frações obtidas foram colocadas em contato com 2mL de uma solução de urânio 0,1g/L e agitadas por 30 minutos segundo o método batch, descrito no item 2.

Da Fig.1, os resultados de % ads para as diferentes frações estudadas mostram que quanto menor o tamanho do adsorvente maior a área de superfície e melhor o % de adsorção.

Embora as partículas com 0,074mm possuam melhores capacidades adsorptivas, optou-se trabalhar com a fração de 0,18mm, uma fração mais facilmente obtida.

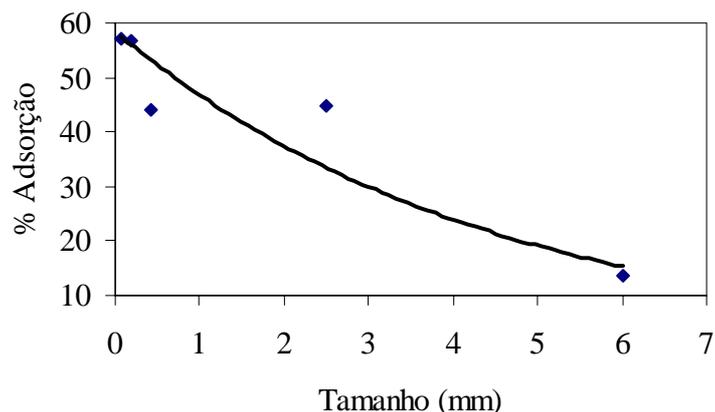


Figura 1 – Relação entre tamanho de partícula do adsorvente e o % ads.

3.2. Cinética de Adsorção

Fixou-se o tamanho da partícula adsorvente em 0,18mm e variou-se o tempo de contato no intervalo de 10 a 120 minutos. Os resultados obtidos encontram-se na Fig. 2.

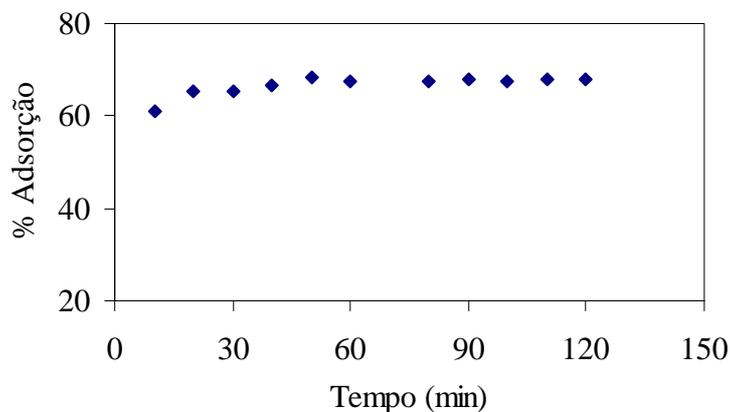


Figura 2 – Valores de % ads relacionados à cinética de adsorção.

De acordo com a Fig. 2, observou-se que a cinética de adsorção é relativamente rápida. A partir de 40 minutos atingiu-se o equilíbrio da reação. Para os estudos das isotermas, fixou-se o tempo de contato da casca de banana com solução de urânio em 40 minutos.

3.3. Isotermas

A isoterma de adsorção para o UO_2^{2+} (Fig. 3) exibe um aumento proporcional da quantidade de UO_2^{2+} adsorvido com a concentração de urânio da solução inicial colocada em contato

com a casca de banana. No intervalo estudado não se observou o início da saturação de sítios ativos da casca de banana.

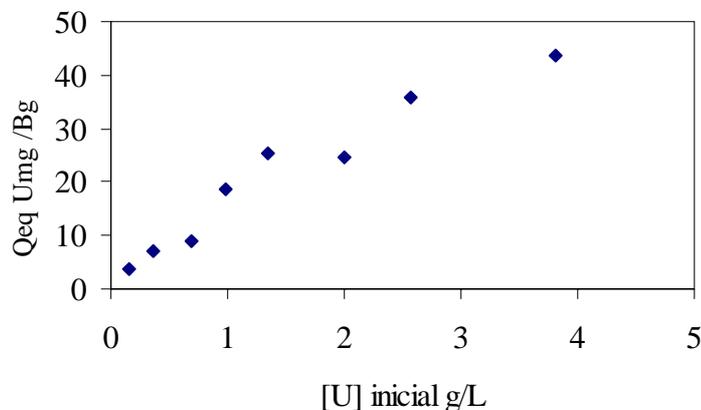


Figura 3 - Isoterma de adsorção de UO_2^{2+} pela casca de banana, a temperatura ambiente ($25^\circ \pm 3^\circ\text{C}$).

Os dados obtidos foram aplicados nos modelos de Freundlich e de Langmuir (Fig. 4 e 5). Observou-se que no intervalo de concentração estudado, a adsorção segue o modelo de isoterma de Freundlich. O coeficiente de correlação linear obtido foi igual a 0,649 para o modelo de Langmuir e igual a 0,927 para o modelo de Freundlich. O modelo de Freundlich também indicou que o processo de adsorção é favorável visto que o parâmetro $1/n$ apresentou um valor menor do que 1 (Tabela 1).

O valor de Q igual a 67,1mg de urânio por g de casca de banana encontrado pelo modelo de Langmuir não correspondeu ao valor máximo de capacidade de adsorção, visto que os sítios de adsorção não foram completamente preenchidos.

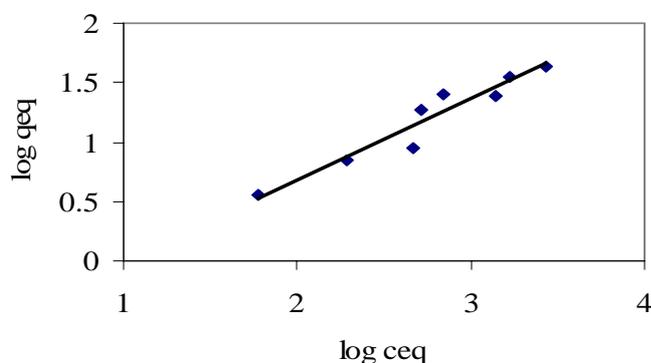


Figura 4 - Isoterma de Freundlich para o UO_2^{2+} a temperatura ambiente ($25^\circ \pm 3^\circ\text{C}$).

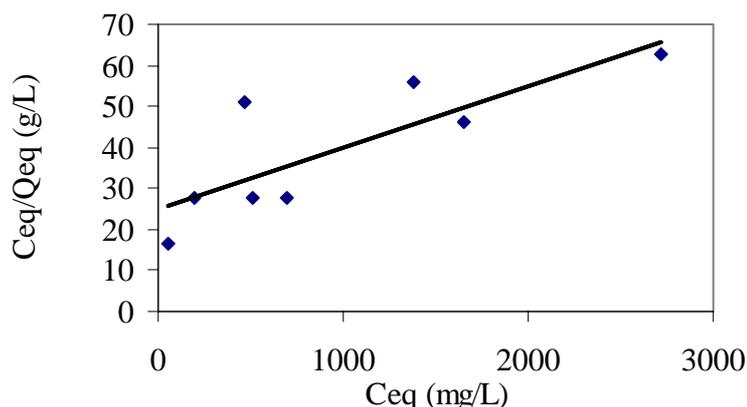


Figura 5 - Isoterma de Langmuir para o UO_2^{2+} a temperatura ambiente ($25^\circ \pm 3$)°C.

TABELA 1 - Parâmetros das isotermas de Langmuir e de Freundlich para o processo de adsorção de UO_2^{2+} na casca de banana.

U (VI)	Q (mg/g)	K_L (L/mg)	K_F	1/n	r ²
Freundlich	---	---	0,214	0,6782	0,927
Langmuir	67,1	1,685	---	---	0,649

4. CONCLUSÃO

No intervalo de concentração estudado, 0,1 até 3,8g/L, a isoterma de Freundlich aplicou-se melhor aos dados experimentais de adsorção.

A casca de banana mostrou-se um adsorvente eficaz na remoção de íons de urânio de efluentes radioativos aquosos, já que em um único estágio de equilíbrio de 40 min e utilizando a relação casca de banana/solução de urânio de 0,05: 2 (g:mL) adsorveu mais de 65% de UO_2^{2+} da solução de 0,1g/L de urânio.

A casca de banana sendo uma biomassa residual abundante, a sua utilização para remoção de urânio de efluentes radioativos é uma opção alternativa de baixo custo.

Os estudos continuam avaliando a capacidade máxima de adsorção e completa ocupação dos sítios presentes na casca de banana, a influência do pH na capacidade de adsorção e a influência de íons e agentes complexantes no processo de remoção de urânio (VI).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq.

REFERÊNCIAS

- 1) “Leis de proteção ambiental”, <http://www.cetesb.sp.gov.br/> (2005).
- 2) “Tratamentos de água e proteção a sistemas hídricos”, <http://www.sabesp.com.br/legislacao/agua/> (2005).
- 3) “Normas CNEN,” www.cnen.gov.br/seguranca/lei.pdf (2005).
- 4) K. Kadirvelu, M. Kavipriya, C. Karthika, M. Radhika, N. Vennilamani e S. Pattabhi, “Utilization of various agricultural wastes for activated carbon preparation and application for the removal of dyes and metals ions from aqueous solution”, *Bioresour. Technol.*, **v. 87**, pp.129-132 (2003).
- 5) M. Sekar, S. Sakthi, S. Rengaraj - “Kinetics and equilibrium adsorption study of lead (II) onto activated carbon prepared from coconut shell”, *Colloid and Interface Science*, **v. 279**, pp.307-313 (2004).
- 6) K.S. Low, C.K. Lee, A.C. Leo - “Removal of metals from electroplating wastes using banana pith”, *Bioresource Technology* **v. 51**, pp.227-231 (1995).
- 7) M. Yamaura, M.R.Boniolo, R.A. Monteiro-“Características de adsorção de íons radiotóxicos por um resíduo natural” – *Anais do Congresso de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável*, Florianópolis, SC, 17-20out.2004.
- 8) C. Namasivayam, D. Prabha, M. Kumutha-“Removal of direct red and acid brilliant blue by adsorption on to banana pith” *Bioresource Technology* **v. 64**, pp.77-79 (1998).
- 9) S.B. Savvin -“Analytical use of Arsenazo III. Determination of thorium, zirconium, uranium and rare earth elements”, *Talanta*, **v. 8**, pp.673-685 (1961).
- 10) M. Yamaura, L.Y. Wada, F.C. Ribeiro, “Determinação espectrofotométrica de urânio (VI) com arsenazo III em meio nítrico”, *Rev. Bras. Pesq. Des.* 4(3), pp.1024-1028 (2002).