

Biossorção de urânio por meio de hidroxiapatita e farinha de osso: Análise experimental

Tamires Watanabe, Júlio Takehiro Marumo e Leandro Goulart de Araujo
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

INTRODUÇÃO

O tratamento de soluções aquosas contendo radionuclídeos sempre foi uma grande preocupação, uma vez que os processos disponíveis são geralmente caros e inviáveis para o baixo volume de resíduo recuperado. As possíveis fontes de contaminação do urânio são numerosas e incluem mineração e pesquisa nuclear [1]. Nesse contexto, o processo de biossorção tem sido estudado como alternativa de baixo custo na remoção de radionuclídeos e metais pesados de soluções aquosas, incluindo biomassas como macrófitas [2], fibra de coco [3], casca de café e arroz [4] e microrganismos como *Penicillium piscarium* [5]. No entanto, o estudo das variáveis que influenciam na capacidade de adsorção do urânio por meio de análise experimental não foi previamente investigada. A aplicação da hidroxiapatita e farinha de osso são atrativas e vantajosas, visto que tratam-se de materiais economicamente viáveis em comparação com outros adsorventes. Além disso, consistem em substâncias naturais e abundantes que contêm uma grande quantidade de fosfato de cálcio na forma de hidroxiapatita.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade da hidroxiapatita e da farinha de osso em remover urânio de soluções aquosas por meio do processo de biossorção, uma vez que este radionuclídeo pode causar sérios danos ao meio ambiente e ao ser humano, caso não disposto corretamente.

METODOLOGIA

A farinha de osso foi comprada em comércio local e a hidroxiapatita foi produzida no CCTM/IPEN. Ambos os biossorventes foram moídos e peneirados a fim de obter partículas entre 0,297 mm e 0,125 mm. Posteriormente, foram armazenados em frascos de polietileno. A solução sintética de urânio foi preparada adicionando 0,165 g de nitrato de uranila ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) em 100 mL de água destilada. O pH foi ajustado para 4 utilizando ácido nítrico (Merck, Brasil) e hidróxido de sódio (Merck, Brasil). O pH inicial foi ajustado para 4 uma vez que este é o pH do rejeito armazenado na Gerência de Rejeitos Radioativos (IPEN-CNEN/SP). Além disso, projeções de softwares indicam que o pH 4 favorece a adsorção de diversas espécies do urânio. Cada adsorvente (0,1 g) foi introduzido em 5 mL da solução aquosa durante os seguintes tempos: 5, 15, 30, 60, 120 e 180 min. As amostras foram agitadas a 130 rpm a temperatura ambiente (25°C). A solução foi filtrada por meio de um sistema à vácuo e a espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) foi utilizada para determinar a concentração de urânio.

RESULTADOS

A capacidade de adsorção foi calculada por meio da fórmula:

$$q = (C_0 - C) V m^{-1} \quad (1)$$

Onde q é a capacidade de adsorção (em mmol g^{-1}); C_0 é a concentração inicial da solução (em mmol L^{-1}); C é a concentração final da solução (em mmol L^{-1}); V é o

volume de solução (em L) e m é a massa de adsorvente utilizada (em g). Para identificar mudanças na superfície dos biomateriais após o processo de adsorção foram realizadas análises no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) combinado com a Espectroscopia de raios X por dispersão em energia (EDS), mostradas na Figura 1.

Embora a maioria dos íons urânio tenha sido removida após 15 min, um mínimo de 30 min foi necessário para atingir o pH e o equilíbrio de adsorção, no qual as capacidades de adsorção foram de 34 mg g⁻¹ para ambos os biossorbentes.

CONCLUSÕES

A capacidade da hidroxiapatita e da farinha de osso em remover urânio de soluções aquosas foi avaliada neste trabalho. Os resultados dos ensaios de adsorção mostram-se satisfatórios (>98% de remoção) e indicam que ambos os adsorventes podem ser utilizados como alternativas de baixo custo no tratamento de rejeitos radioativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KAHOU, S. Re-examining uranium supply and demand: New insights. *Energy Policy*, 39, p. 358–376, 2011.
- [2] VIEIRA, L.C.; ARAUJO, L.G.; FERREIRA, R.V.P.; et al. Uranium biosorption by *Lemna* sp. and *Pistia stratiotes*, *J Environ Radioact*, 203, p. 179–186, 2019.
- [3] FERREIRA, R.V.P.; SILVA, E.A.; CANEVESI, R.L.S.; et al. Application of the coconut fiber in radioactive liquid waste treatment, *Int J Environ Sci Technol*, 15, p. 1629–1640, 2018.
- [4] FERREIRA, R.V.P.; ARAUJO, L.G.; CANEVESI, R.L.S., et al. The use of rice and coffee husks for biosorption of U (total), ²⁴¹Am, and ¹³⁷Cs in radioactive liquid organic waste, *Environ Sci Pollut Res Int*, 27, p. 36651–36663, 2020.
- [5] COELHO, E.; REIS, T.A.; COTRIM, M.; et al. Bioremediation of water contaminated with uranium using *Penicillium piscarium*. *Biotechnol Prog.*, 2020.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro.

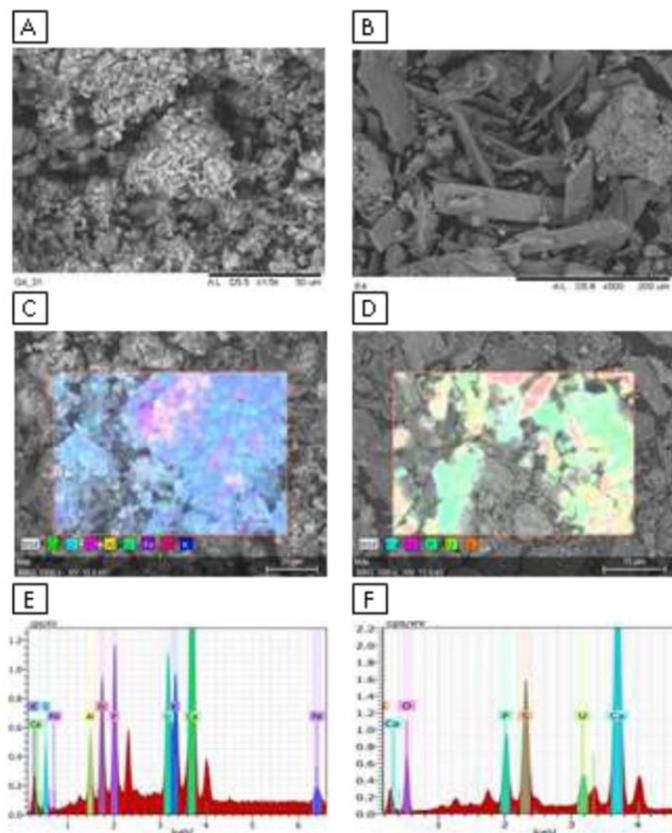


Figura 1. Análises morfológicas: (A) MEV farinha de osso in natura; (B) MEV hidroxiapatita in natura; (C) MEV farinha de osso após 30 min em contato com a solução; (D) MEV hidroxiapatita após 30 min em contato com a solução; (E) EDS da farinha de osso após o processo de biossorção; (F) EDS da hidroxiapatita após o processo de biossorção.

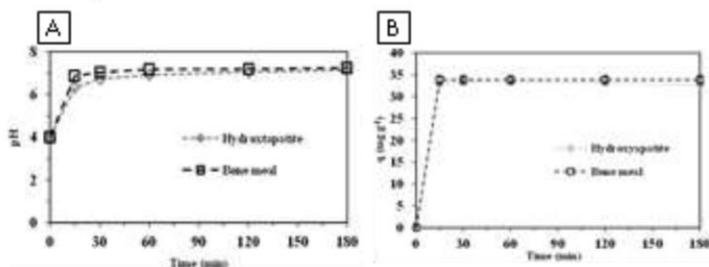


Figura 2. Efeitos da condição experimental no pH e na capacidade de adsorção de urânio.