

ADSORÇÃO DE ÍONS URÂNIO EM NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA OBTIDAS DE Fe (II) E IRRADIADAS POR MICRO-ONDAS

Helber Holland e Mitiko Yamaura

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN

CENTRO DE QUÍMICA E MEIO AMBIENTE - CQMA

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Butantã – São Paulo, SP, CEP 05508-000

helberholland@hotmail.com, myamaura@ipen.br

INTRODUÇÃO

As nanopartículas deixaram de figurar apenas como coadjuvantes de histórias de ficção e começaram a adquirir lugar no topo dos materiais mais pesquisados no mundo. Diversas são as partículas que vem sendo redescobertas devido às propriedades e efeitos físico-químicos resultantes da redução bilionésima de escala que diferem dos efeitos observados em macro. Um exemplo são as nanopartículas de magnetita que apresentam propriedades magnéticas interessantes, como o superparamagnetismo, e tem sido alvo de muitos estudos acadêmicos devido ao potencial de aplicação tecnológica, médica e ambiental. A magnetita é um minério encontrado abundantemente em depósitos de Ferro.



É um óxido (Fe_3O_4) formado por íons de Fe de valências 2+ e 3+. Tem densidade $5,2 \text{ g.mL}^{-1}$ e ponto de fusão $1597 \text{ }^\circ\text{C}$. Na natureza, a magnetita é encontrada incrustada em rochas na forma de cristais octaédros isométricos ou pó de coloração negra. Possui estrutura cristalina cúbica de face centrada do tipo espinélio invertido. Além do comportamento superparamagnético, as nanopartículas de magnetita tem a capacidade de remover íons metálicos por fenômenos de adsorção. Portanto, a combinação das duas propriedades, a magnética e a adsorção, promove um sistema altamente eficiente e sustentável de separação aplicável ao meio ambiente para remoção de metais contidos em águas residuárias, como por exemplo, íons de urânio.

O urânio é um elemento metálico radioativo constituído predominantemente de dois isótopos: U-238 (92,28%) e U-235(0,71%). Possui densidade $19,05 \text{ g.mL}^{-1}$ e ponto de fusão $1132 \text{ }^\circ\text{C}$. É encontrado na crosta terrestre na proporção de 2 ppm. Sob a ação dos nêutrons, U-238 pode transformar-se em plutônio, e o U-235 pode sofrer fissão nuclear. Devido à baixa disponibilidade natural, técnicas de enriquecimento permitem aumentar a concentração de U-235 para produzir combustível nuclear.



Durante o processo de obtenção do urânio, o ambiente e o homem são diretamente expostos e contaminados. A descontaminação em níveis aceitáveis para descarte requer tratamentos complexos e dispendiosos em função da radioatividade e alta toxicidade. Eventualmente, águas residuárias contendo derivados de urânio são despejadas no ambiente. Seu efeito no organismo é cumulativo, sendo lentamente depositado, sobretudo nos ossos.

OBJETIVOS

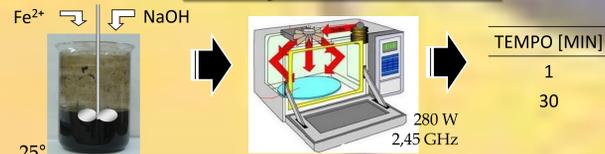
No presente trabalho estudou-se a adsorção de urânio (VI), na forma de íons UO_2^{2+} , por magnetita obtida a partir de íons Fe^{2+} por precipitação com solução básica e submetida a tratamento térmico em banho-maria e irradiação de micro-ondas. Por meio de ensaios em batelada, verificaram-se o tempo de contato e a isoterma de equilíbrio de adsorção de íons UO_2^{2+} . Aplicaram-se as equações lineares dos modelos de isoterma de adsorção de Langmuir e Freundlich para determinar as características do processo de adsorção.

METODOLOGIA

SÍNTESE DE MAGNETITA POR PRECIPITAÇÃO EM MEIO ALCALINO



IRRADIAÇÃO POR MICRO-ONDAS



ENSAIOS DE ADSORÇÃO DO URÂNIO EM BATELADA



CONCLUSÕES

- A cinética de adsorção é rápida, atingindo o equilíbrio em aproximadamente 10 min para uma solução 100 mg.L^{-1} de U, proporcionando uma remoção de 74% para a magnetita preparada por banho Maria. Na magnetita irradiada com micro-ondas, o equilíbrio não foi atingido até o tempo estudado de 40 min. No intervalo de 5 a 40 min, a remoção variou de 60 a 80%. Uma das causas do aumento contínuo na remoção pode ter sido o fenômeno de adsorção intrapartículas.
- A isoterma de equilíbrio de adsorção mostrou que a remoção aumenta com o aumento da concentração de U até a concentração estudada de 500 mg.L^{-1} . Nas condições deste estudo, não se observou a saturação do adsorvente.
- O coeficiente de correlação linear (r^2) mostra qual modelo melhor se adéqua ao comportamento da adsorção comparando-se com o valor da unidade. A magnetita sintetizada por banho Maria apresentou o perfil descrito pelo modelo de Langmuir, indicando que o fenômeno de adsorção ocorreu com formação de uma monocamada sobre a superfície do adsorvente. Já para a magnetita obtida pelo tratamento térmico de micro-ondas, o modelo de Freundlich melhor descreveu o comportamento de adsorção de U. O modelo presume uma interação em superfície heterogênea de magnetita sem ocorrer saturação da mesma, corroborando com a isoterma de equilíbrio linear.

CICLO DO URÂNIO

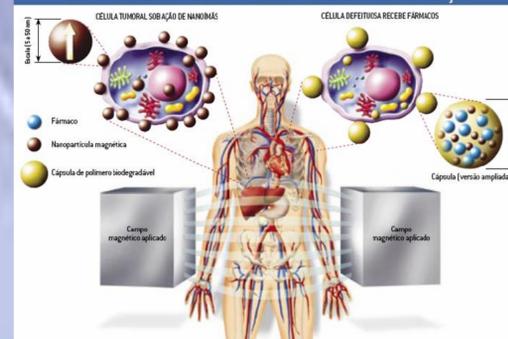


APLICAÇÕES DA MAGNETITA



Além da aplicação ambiental como adsorvente, nanopartículas de magnetita podem ser aplicadas à medicina no processo de *drug-delivery*, funcionalizadas com fármacos, ou no processo de hipertermia magnética para terapia oncológica não invasiva, resultando em um tratamento direcionado e com redução de efeitos colaterais ao organismo.

DUAS NANOESTRATÉGIAS CONTRA CÂNCER E OUTRAS DOENÇAS



RESULTADOS

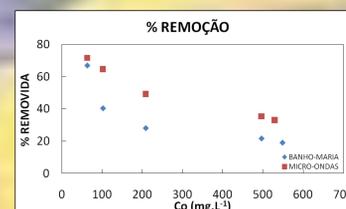
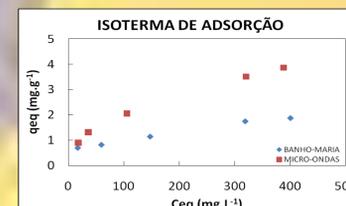
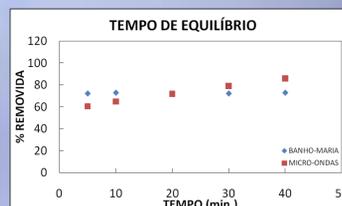


TABELA 1. Parâmetros de adsorção da isoterma de Langmuir

	ISOTERMA DE LANGMUIR		
	r^2	Q (mg.g^{-1})	k_L (L.mg^{-1})
BANHO-MARIA	0,95	2,2	0,012
MICRO-ONDAS	0,98	4,7	0,010

Q = capacidade máxima de adsorção
 k_L = constante de equilíbrio de Langmuir

TABELA 2. Parâmetros de adsorção da isoterma de Freundlich.

	ISOTERMA DE FREUNDLICH		
	r^2	1/n	K_F
BANHO-MARIA	0,94	0,33	0,238
MICRO-ONDAS	0,99	0,46	0,236

1/n = grau de linearidade
 K_F = constante de equilíbrio de Freundlich

•As capacidades máximas (Q) de adsorção observadas são de $2,2 \text{ mg.g}^{-1}$ para as nanopartículas preparadas por banho Maria e $4,7 \text{ mg.g}^{-1}$ para as partículas irradiadas por micro-ondas. Este valor indica que para cada grama de magnetita tem-se uma remoção de 2,2 ou 4,7 mg de íons UO_2^{2+} .

•O grau de linearidade (1/n) obtido da isoterma de Freundlich é menor do que uma unidade, indicando que o processo de adsorção do UO_2^{2+} pela magnetita é favorável, sendo ligeiramente maior para a síntese por banho Maria.

•As nanopartículas de magnetita, provenientes dos íons Fe^{2+} , demonstraram ser uma tecnologia alternativa de separação magnética e adsorção, de fácil aplicabilidade, rápida, eficaz e, sobretudo, sustentável, para o tratamento de águas residuárias contendo urânio.

•As nanopartículas de magnetita preparadas por irradiação micro-ondas apresentaram resultados comparáveis e até superiores aos observados para partículas preparadas por banho Maria.