

# UTILIZAÇÃO DE RESINA AG1X8 NO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO-99

Mitiko Yamaura, Victor H. Cohen, Maria Augusta Gonçalves, Ruth L. Camilo,  
Maria Cláudia F. C. Felinto e Afonso S. T. Lobão

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - CNEN/SP  
Travessa R, 400 - Cidade Universitária  
05508-900, São Paulo, SP, Brasil  
Fax(011)816-9325

## RESUMO

Neste trabalho descreve-se o comportamento de  $^{99}\text{Mo}$  na resina AG1X8. Determinou-se o coeficiente de distribuição do  $^{99}\text{Mo}$  em meio KOH,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  e  $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$  e a curva de quebra do  $^{99}\text{Mo}$  para a coluna carregada com AG1X8. Realizou-se a separação e a recuperação de  $^{99}\text{Mo}$  obtendo-se 99,7% na retenção e 85% na eluição utilizando-se o  $\text{NaNO}_3$  como eluente.

## I INTRODUÇÃO

O  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , produto de decaimento beta do  $^{99}\text{Mo}$ , é um dos radioisótopos mais utilizados em medicina nuclear, principalmente na área de radiodiagnóstico, devido às suas propriedades nucleares favoráveis e suas inúmeras aplicações [1]. O  $^{99}\text{Mo}$  é produzido no reator por ativação direta do  $^{98}\text{Mo}$  natural pela reação  $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo}$ , ou por fissão do  $^{235}\text{U}$  pela reação  $^{235}\text{U}(n,f)^{99}\text{Mo}$ . O  $^{99}\text{Mo}$  de fissão é o mais utilizado comercialmente visto que possui maior atividade específica, porém, requer um tratamento químico complexo para separá-lo dos demais produtos de fissão até a sua obtenção com alta pureza química e radioquímica. Além disso, requer uma instalação com blindagem biológica e gera uma grande quantidade de rejeito radioativo [2].

O processo de separação do  $^{99}\text{Mo}$  de fissão inicia-se com a dissolução ácida ou alcalina dos alvos de urânio. A solução resultante passa por uma série de trocadores orgânicos e inorgânicos, que permitem uma descontaminação gradativa do  $^{99}\text{Mo}$  de suas impurezas, obtendo-se no final um produto com traços de contaminantes [3].

No presente trabalho estudou-se o trocador iônico AG1X8 na separação e purificação de  $^{99}\text{Mo}$  proveniente da dissolução alcalina com KOH dos alvos de urânio. Estudou-se o comportamento de retenção do  $^{99}\text{Mo}$  na resina AG1X8 em meio KOH,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  e  $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$ . Posteriormente, determinou-se a percentagem de retenção e de eluição de  $^{99}\text{Mo}$  em coluna cromatográfica carregada com AG1X8.

## II. PARTE EXPERIMENTAL

**Equipamentos.** Espectrômetro gama com detector de NaI(Tl), acoplado ao analisador multicanal Spectrum Master, modelo 920A, da Ortec, EUA.

Placa aquecedora HOTLABII, da Nalgon, Br.

**Materiais.** Resina aniônica AG1X8, 50-100 mesh, da Bio-Rad, de grau analítico, lavada com solução de HCl, NaOH e água destilada, alternadamente.

Colunas cromatográficas de vidro com 3,6 mm de diâmetro interno e 30 cm de altura.

**Reagentes.** Solução traçadora de  $^{99}\text{Mo}$  em meio básico fornecida pela TP/IPEN-SP.

Solução de molibdato de potássio, obtida por dissolução de  $\text{MoO}_3$  em KOH 3 mol/L.

Os demais reagentes utilizados foram de marca Merck, com grau de pureza analítico.

### Procedimento.

**Determinação do Coeficiente de Distribuição.** Todos os experimentos foram realizados em "batch" contactando-se 1 mL de solução básica ou ácida contendo o traçador de  $^{99}\text{Mo}$  com 0,050 g de resina aniônica AG1X8, na forma  $\text{OH}^-$ , seca à temperatura ambiente.

Determinou-se o coeficiente de distribuição  $K_d$  do Mo em diferentes concentrações de KOH,  $\text{HNO}_3$  e  $\text{NaNO}_3$ , segundo a equação abaixo:

$$K_d = [(C_i - C_f)/C_f] (V/M)$$

onde:

$C_i$  = contagem inicial do  $^{99}\text{Mo}$  na fase aquosa de  
contactação

$C_f$  = contagem final do  $^{99}\text{Mo}$  em equilíbrio na fase aquosa

$V$  = volume da fase aquosa (em mL)

$M$  = massa da resina AG1-X8 (em g)

As contagens gama do  $^{99}\text{Mo}$  foram realizadas utilizando-se a energia de 140 keV do par  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  em equilíbrio secular.

**Preparação da Coluna Cromatográfica.** As colunas foram preenchidas com 0,66g de resina aniônica AG1X8 (altura do leito=13,2 cm), na forma  $\text{Cl}^-$ . Em seguida, condicionou-se o leito cromatográfico com 10 mL de solução de  $\text{KOH}$  3 mol/L.

A solução carga constituiu-se de uma solução de  $\text{KOH}$  3 mol/L com traçador de  $^{99}\text{Mo}$ . Após a lavagem do leito com solução de  $\text{KOH}$  3 mol/L, o  $\text{Mo}$  retido foi eluído com soluções de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{NaNO}_3$ . Todos os experimentos de coluna foram realizados à temperatura ambiente (22-26 °C), utilizando-se uma vazão de 1mL/1-2 min.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do coeficiente de distribuição para o  $^{99}\text{Mo}$  em meio básico de  $\text{KOH}$  3 mol/L em função do tempo de contactação com a resina AG1X8 mostram que o equilíbrio de reação entre o  $\text{Mo}$  e a resina é atingido rapidamente à temperatura ambiente, como mostra a Fig. 1.

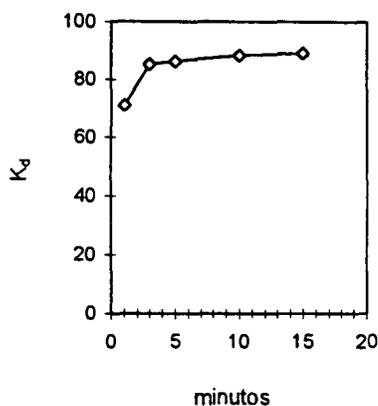


Figura 1. Curva de Equilíbrio de Reação de Troca de  $\text{Mo}$  e Resina AG1X8(OH) em meio  $\text{KOH}$  3 mol/L.

Na Fig. 2, variou-se a concentração de  $\text{KOH}$ , e observou-se que quanto maior a concentração de íons hidroxila em solução, menor é o valor de  $K_d$  do  $\text{Mo}$ , ou seja, menor é a retenção de  $\text{Mo}$  pela resina. Os íons hidroxila competem com os íons molibdato pela resina.

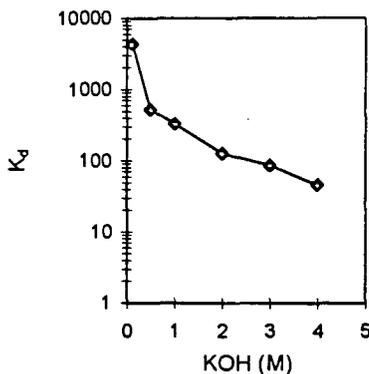


Figura 2. Retenção de  $\text{Mo}$  pela Resina AG1X8(OH) em Diferentes Concentrações de  $\text{KOH}$ .

O estudo realizado com soluções de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{NaNO}_3$  (Fig.3), utilizados como eluentes de molibdênio, mostra que os íons molibdato são pouco retidos pela resina em meios ácido nítrico e nitrato de sódio ( $K_d$  baixo). Em meio  $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$  -0,5 mol/L observa-se um aumento de  $K_d$  do  $\text{Mo}$  e, durante a contactação observou-se a formação de bolhas. Das soluções estudadas, o  $\text{NaNO}_3$  apresentou-se como o eluente mais eficiente (menor  $K_d$ ) para o  $\text{Mo}$  retido na coluna de AG1X8.

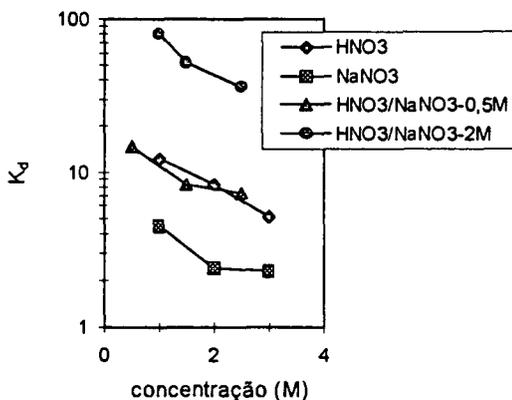


Figura 3. Retenção de  $\text{Mo}$  pela Resina AG1X8 em meios  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  e  $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$ .

Dos estudos realizados pode-se verificar que o molibdênio da solução  $\text{KOH}$  (2-3 mol/L) proveniente da dissolução básica do alvo de urânio, é retido na coluna de AG1X8. A recuperação de  $\text{Mo}$  da coluna pode ser realizada com as soluções de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{NaNO}_3$ , à temperatura ambiente. A seguir, verificou-se o comportamento de retenção e eluição de  $\text{Mo}$  em coluna cromatográfica carregada com a resina AG1X8 utilizando-se os reagentes estudadas.

**Curva de Quebra.** Percolou-se uma solução de 6g Mo/L em KOH 3 mol/L, contendo o traçador  $^{99}\text{Mo}$ , pela coluna com 0,66 g de AG1X8 preparada segundo o procedimento descrito anteriormente. Pela Fig. 4 observa-se que a capacidade da coluna é de 70 mg de Mo/g AG1X8 em 1% de quebra.

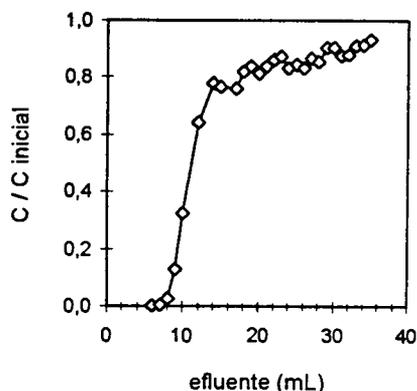


Figura 4. Curva de Quebra de Mo em KOH 3 mol/L para uma coluna de AG1X8(OH).

**Retenção e Recuperação de Mo.** Percolou-se pela coluna, 5 mL de solução KOH 3 mol/L com traçador de  $^{99}\text{Mo}$  e determinou-se a percentagem de retenção, a perda durante a lavagem da coluna com 4 mL de KOH 3 mol/L e a percentagem de recuperação de Mo utilizando-se a solução de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{NaNO}_3$ , separadamente.

Obteve-se uma retenção de 99,7% de Mo, uma perda de 0,05% durante a lavagem e uma recuperação de 65% de Mo com 18 mL de  $\text{HNO}_3$  3 mol/L e de 85% com 18 mL de  $\text{NaNO}_3$  3 mol/L (Fig.5).

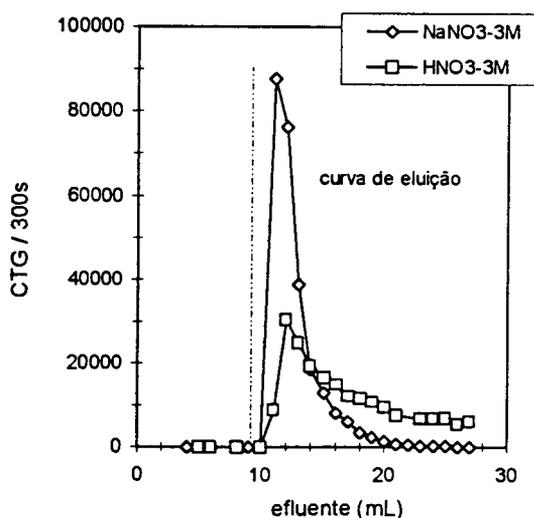


Figura 5. Curva de Eluição de  $^{99}\text{Mo}$  na coluna de AG1X8.

#### IV. CONCLUSÃO

A resina AG1X8 mostrou-se eficiente para o processo de obtenção de  $^{99}\text{Mo}$  de soluções básicas de KOH provenientes da dissolução de alvos de urânio. A retenção do  $^{99}\text{Mo}$  de KOH 3 mol/L é maior que 99% pela coluna cromatográfica carregada com AG1X8 e a sua recuperação com  $\text{NaNO}_3$  3 mol/L é rápida obtendo-se 85% de  $^{99}\text{Mo}$  retido, com 18 mL de eluente.

#### REFERÊNCIAS

- [1] SHIKATA, S., IGUCHI, A., **Production of  $^{99}\text{Mo}$  and its application in nuclear medicine**, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles, v.102, no 2, p. 533-550, 1986.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Fission molybdenum for medical use**, IAEA-TECDOC-515, Vienna, 1989.
- [3] SAMEH, A.A., BERTRAM-BERG, A., **HEU and LEU MTR fuels elements as target materials for the production of fission molybdenum**, ANL-RERTR/TM-19, p.313-333, 1993.

#### ABSTRACT

This work describes the behavior of  $^{99}\text{Mo}$  in AG1X8 resin. Distribution coefficient of  $^{99}\text{Mo}$  in KOH,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  e  $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_3$  media was determined and breakthrough curve was obtained. 99,7%  $^{99}\text{Mo}$  retention in AG1X8 column was achieved and 85% of  $^{99}\text{Mo}$  sorbed was recovered using 3 mol/L  $\text{NaNO}_3$  as eluent.