

ESTUDO DO DESEMPENHO DO GEL DE MOLIBDÊNIO COM TITÂNIO PARA UTILIZAÇÃO NOS GERADORES DE $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Vanessa Moraes, Renata C. Nieto, Fábio de Camargo e João A. Osso Jr.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária
05508-000 – São Paulo – SP – Brasil

RESUMO

O $^{99\text{m}}\text{Tc}$ é o radioisótopo mais utilizado em Medicina Nuclear para a visualização do rim, cérebro, fígado, pulmões e esqueleto; devido as suas características nucleares. Ele é preparado a partir do decaimento radioativo do ^{99}Mo , formando um sistema de gerador de radioisótopo. O ^{99}Mo pode ser produzido por diversas reações nucleares em reatores nucleares e ciclotrons. Neste trabalho, o ^{99}Mo será produzido pela reação $^{98}\text{Mo} (n, \gamma) ^{99}\text{Mo}$ e será preparado o gerador cromatográfico tipo gel, que contém molibdênio e titânio. Dentro da política de nacionalização dos radioisótopos do IPEN-CNEN/SP, será possível o estudo deste tipo de gerador. O gerador tipo gel é preparado com a adição da solução de cloreto de titânio com o pH ajustado ao óxido de molibdênio dissolvido e com pH ajustado, com agitação e posterior filtração, secagem e quebra do gel. As variáveis estudadas no preparo serão: relação entre as massas de molibdênio e titânio, concentração de hidróxido de sódio, temperatura e pH final. Os géis preparados serão analisados quanto ao tamanho das partículas, determinação da quantidade de molibdênio e de titânio e esses resultados serão comparados com os géis de molibdênio e zircônio.

Keywords: gel generator, titanium molybdate, nuclear medicine

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, as substâncias marcadas com $^{99\text{m}}\text{Tc}$ são os radiofármacos mais empregados para a visualização do rim, cérebro, fígado, pulmões e esqueleto.

O $^{99\text{m}}\text{Tc}$ é o radioisótopo mais utilizado em Medicina Nuclear, devido as suas características nucleares: tempo de meia-vida curto (6,04 h); emissão de radiação gama de baixa energia (140 keV); ausência de emissão de partícula β , a qual é proveniente do decaimento radioativo do ^{99}Mo (sistema de gerador de radioisótopo) [1, 2].

O ^{99}Mo pode ser produzido por diversas reações nucleares em reatores nucleares e ciclotrons. A irradiação do molibdênio natural num reator produz ^{99}Mo com baixa atividade específica, o que dificulta o desempenho dos geradores preparados com o molibdênio irradiado. Quando o ^{99}Mo é produzido pela ativação num reator, a técnica de preparo do gerador mais empregada é a eluição de um gel de molibdênio. Dos estudos realizados, dois tipos de gel mostraram bons resultados: o de MoZr e o de MoTi. Outros géis também podem ser preparados com cério(IV), o qual é eficaz nas perdas de eficiência de eluição provocadas pela radiólise; a mistura de $\text{MoO}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{SiC}$, molibdênio-fosfato de zircônio, que pode ser eluído com água destilada ou solução salina, géis de 12-molibdêniocerato (IV).

O gerador cromatográfico tipo gel funciona de maneira análoga a um gerador cromatográfico que utiliza coluna de alumina, porém não permite a adsorção química para imobilizar o radioisótopo pai; ao contrário, incorpora o ^{99}Mo ao gel de MoZr ou MoTi que é insolúvel e quimicamente inerte a soluções, tal como a salina; funcionando como uma coluna de troca iônica [3, 4, 5]. Este gel é predominantemente um trocador catiônico com uma estrutura aberta na qual o íon de pertecnetato difunde livremente e dessa maneira, o eluído apresenta alto rendimento em volumes relativamente pequenos [4].

II. PARTE EXPERIMENTAL

Preparação do Gel. Foram estudados quatro parâmetros: relação entre massa de molibdênio e titânio, concentração de hidróxido de sódio, temperatura e pH final do gel.

A reação de formação do gel ocorre com a dissolução de MoO_3 em NaOH de concentração conhecida, adicionando TiCl_3 gota a gota e, então, é ajustado o pH final da solução. O gel é filtrado, seco e quebrado com solução salina e seco novamente.

Medida do Tamanho das Partículas do gel. O tamanho das partículas foi determinado por peneiração, a qual mediu a distribuição através da pesagem.

Foi medida uma massa determinada de gel que foi colocada no sistema de peneiras e logo depois de realizada a peneiração, foram medidas novamente as massas que ficaram em cada peneira.

Determinação da Quantidade de Molibdênio no Gel.

A técnica utilizada para determinação de molibdênio nas amostras de gel foi a espectrofotometria UV – visível e as medidas foram realizadas em 460 nm.

O gel foi dissolvido em HCl e HNO₃ concentrados e diluído para 100 mL e 1mL dessa solução foi diluída para 25 mL. Foi colocado 1 mL dessa amostra num balão de 25 mL e adicionado 4 ml de ácido sulfúrico 50%, 4 ml de tiocianato de potássio 25%, 4 mL de ácido ascórbico 10% e completados os volumes com água destilada.

Determinação da Quantidade de Titânio no Gel. A técnica utilizada para determinação de titânio nas amostras de gel foi a espectrofotometria UV – visível e a absorbância foi medida em 370 nm.

O gel foi dissolvido em HCl e HNO₃ e diluído para 100 mL, 1 mL dessa solução foi diluído para 25 mL e 1 mL dessa outra solução foi diluído para 10 mL. Foram colocados 4 mL dessa amostra e 1 mL de cuppeferron 1,5% .

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Preparação do Gel. A Tabela 1 apresenta os tipos de géis que foram preparados nos quatro parâmetros estudados.

TABELA 1. Tipos de Géis Preparados.

Relação entre as massas de Mo/Ti	NaOH (mol/L)	Temperatura (°C)	pH final
1,80	2	25	3,5
1,80	2	25	4,5
1,80	2	50	4,5
2,25	4	25	3,5
2,25	2	25	3,5
2,25	2	25	4,5

Medida do Tamanho das Partículas do gel. A Tabela 2 mostra quais os tipos de géis que foram estudados o tamanho de partículas, cujos resultados estão mostrados na Figura 1.

TABELA 2. Tipo de gel estudado

Ensaio	Relação entre as massas de Mo/Ti	NaOH (mol/L)	Temperatura (°C)	pH final
1	1,80	2	25	3,5
2	2,25	4	25	3,5
3	1,80	2	25	4,5

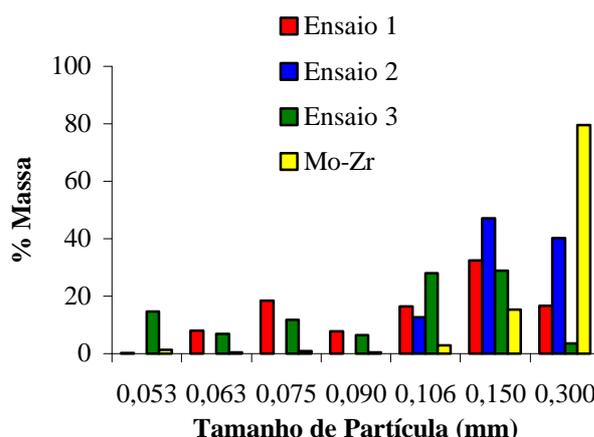


Figura 1. Variação do Tamanho de Partícula dos Géis

Como pode ser observado no gráfico, a maior parte das partículas estão distribuídas entre 0,106 e 0,300 mm, que é o tamanho adequado para preparação do gerador tipo gel. A distribuição é melhor do que aquela obtida no gel de Mo-Zr.

Determinação da Quantidade de Molibdênio no Gel.

A Tabela 3 apresenta a quantidade de molibdênio obtida nos géis de titânio com o gel de zircônio.

TABELA 3. Quantidade de Molibdênio nos Géis.

Relação entre as massas de Mo/Ti	NaOH mol/L	Temperatura	pH final	% Mo
2,25	2 mol/L	25°C	3,5	43,8
1,80	2 mol/L	25°C	4,5	44,9
2,25	2 mol/L	25°C	4,5	44,6
1,80	2 mol/L	50°C	4,5	43,5
Gel de Mo-Zr	-	-	-	37,4

Os valores obtidos para os géis de Mo-Ti são superiores aqueles para Mo-Zr, como era esperado.

Determinação da Quantidade de Titânio no Gel.

A Tabela 4 apresenta as quantidades de titânio obtidas nos géis de Mo-Ti.

TABELA 4. Quantidade de Titânio nos Géis.

Relação entre as massas de Mo/Ti	[NaOH]	Temperatura	pH final	% Ti
2,25	2 mol/L	25°C	3,5	16,0
1,80	2 mol/L	25°C	4,5	10,5
2,25	2 mol/L	25°C	4,5	15,6
1,80	2 mol/L	50°C	4,5	12,7

IV. CONCLUSÕES

Os resultados preliminares obtidos mostraram que o gel de Mo-Ti apresenta melhores características com relação a distribuição do tamanho de partículas e quantidade de molibdênio do que o gel de Mo-Zr. A próxima etapa será medir o perfil e eficiência de eluição do gerador de ^{99m}Tc preparado com o gel de Mo-Ti.

Ti, NaOH concentration, temperature and final pH. The gel characterization consisted of particle size distribution and quantitative analysis of Mo and Ti. These results will be compared with those obtained with the gel containing Mo and Zr.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq que forneceu uma bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- [1] IMOTO S. T., **Estudo da Separação do Par ^{99}Mo - ^{99m}Tc em Óxido de Alumínio**, São Paulo: 1979. Dissertação de Mestrado - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
- [2] TUBIS M. AND WOLF W., **Radiopharmacy**; New York, U.S.A.: John Wiley & Sons; p. 263-5, 1976.
- [3] BOYD, R. E., **The Gel Generator: a Viable Alternative Source of ^{99m}Tc for Nuclear Medicine**. *Appl. Radiat. Isot.*, v. 48, p.1027 – 1033, 1997.
- [4] EVANS, J. V., MOORE, P. W., SHYING, M. E., SODEAU, J. M., **Zirconium Molybdate Gel as a Generator for Technetium-99m – I. The Concept and its Evaluation**. *Appl. Radiat. Isot.*, v. 38, p.19 - 23, 1987.
- [5] EL-KOLAY, M. T., TALAAT, H., BOTROS, N., **A modified ^{99}Mo - ^{99m}Tc generator on zirconium molybdo-phosphate - ^{99}Mo gel**. Vol. 3. PROCEEDINGS OF THE SIXTH CONFERENCE OF NUCLEAR SCIENCES AND APPLICATIONS, Egito, 1996, v. 1-4, p. 124.

ABSTRACT

^{99m}Tc is the most used radioisotope in Nuclear Medicine for kidney, brain, liver, lung and bone scans, due to its nuclear properties. It is produced from the radioactive decay of ^{99}Mo , the basis for a radioisotope generator system. ^{99}Mo can be produced by several nuclear reactions in nuclear reactors and cyclotrons. In this work, ^{99}Mo will be produced by ^{98}Mo (n, γ) ^{99}Mo reaction and a gel type chromatographic generator will be prepared, containing molybdenum and titanium. This study is part of the radioisotope production nationalization politics at IPEN-CNEN/SP. The gel type generator is prepared by mixing a titanium chloride solution at proper pH with molybdenum oxide dissolved at proper pH, with stirring and further filtration, drying and cracking of the gel. The following variables were studied: mass relation of Mo and