

Avaliação de ^{99}Mo em amostra de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ em clínica de medicina nuclear de Sergipe

F. C. L. Ferreira¹; L. X. Cardoso¹; M. J. C. Costa²; C. J. Cunha³; D. N. Souza¹

¹*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

²*Núcleo de Pós-graduação e Estudos em Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

³*Clínica de Medicina Nuclear Endocrinologia e Diabetes, Avenida Barão de Maruim, 570, Centro, 49000-000, Aracaju-SE, Brasil*

fernacarluan@gmail.com

(Recebido em 29 de julho de 2008; aceito em 05 de setembro de 2008)

A medicina nuclear realiza vários procedimentos para fins diagnósticos que utilizam radionuclídeos específicos nos estudos de fisiologia dos sistemas orgânicos, sendo o $^{99\text{m}}\text{Tc}$ o mais empregado. Esse radionuclídeo é obtido através da eluição de geradores de ^{99}Mo . A avaliação de impurezas radionuclídicas no radiofármaco utilizado para os exames é essencial, pois as impurezas podem influenciar na imagem diagnóstica. A presença de ^{99}Mo nos radiofármacos derivados de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ é considerada como impureza radionuclídica, porque resulta em dose extra de irradiação no paciente, sem benefício clínico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de ^{99}Mo nas eluições do gerador de $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ em uma clínica de medicina nuclear de Sergipe.

Palavras-chave: Medicina nuclear, impureza radionuclídica, controle da qualidade.

The nuclear medicine holds several diagnostic procedures for using specific radionuclides in studies of physiology of the body systems, being the technetium ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) is the more frequently used. This radionuclide is produced per elution from a generator containing molybdenum (^{99}Mo). The monitoring of Radionuclide impurities of radiopharmaceuticals used in nuclear medicine exams is essential because the impurities can damage the image diagnosis. The presence of ^{99}Mo in radiopharmaceuticals derived from $^{99\text{m}}\text{Tc}$ is regarded as impurity because it results in extra dose of radiation in patients without clinical benefit. The main objective of this study was to evaluate the content of ^{99}Mo in elution performed in $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ generator in a nuclear medicine clinic of Sergipe.

Keywords: Nuclear medicine, radionuclidic impurity, quality control.

1. INTRODUÇÃO

A medicina nuclear se apresenta como uma especialidade de grande importância dentre as especialidades relacionadas ao radiodiagnóstico. Essa especialidade utiliza equipamentos com tecnologia de ponta para o diagnóstico através de imagens e informações clínicas singulares, obtidas por meio do uso de radioisótopos [1].

A manipulação de materiais radioativos na medicina nuclear ocorre de maneira rotineira. Essa manipulação é necessária no preparo dos radioisótopos que são administrados aos pacientes que são submetidos a procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Existem vários procedimentos na medicina nuclear para fins diagnósticos que utilizam radionuclídeos específicos no estudo da fisiologia dos sistemas orgânicos, sendo o tecnécio ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) o mais empregado. O $^{99\text{m}}\text{Tc}$ é obtido através de eluição em geradores de molibdênio (^{99}Mo) [2, 3].

A produção de radionuclídeos em um gerador deve atender um requisito básico de que o radionuclídeo pai tenha uma meia-vida mais longa que a do radionuclídeo filho, o que é o caso do gerador de $^{99\text{m}}\text{Tc}$, pois o ^{99}Mo tem uma meia-vida de 67 horas e o $^{99\text{m}}\text{Tc}$ com meia-vida de 6 horas.

O gerador de Molibdênio-99/Tecnécio-99m é constituído de colunas de vidro ou plástico fixador contidas em um vaso com um disco móvel. Essa coluna é preenchida com materiais adsorventes, tais como resina de troca iônica e alumina. Na coluna, ^{99}Mo decai para o $^{99\text{m}}\text{Tc}$ até que o equilíbrio transiente seja estabelecido. Por possuírem diferentes propriedades químicas, o nuclideo filho pode ser separado do radionuclideo pai por meio de eluição (separação de substâncias adsorciadas) com um solvente apropriado [4, 5].

Os radiofármacos que se destinam ao diagnóstico clínico efetuado em câmara cintilográfica (gama-câmara) têm na sua composição um radionuclideo emissor de radiação gama. Nesse caso, é preferível que o radionuclideo incorporado no radiofármaco não emita radiação beta, uma vez que esse tipo de radiação apenas serviria para aumentar a dose de radiação absorvida pelo paciente; além de provocar degradação de imagem devido à energia das partículas beta [6]. O $^{99\text{m}}\text{Tc}$ decai para o ^{99}Tc por emissão gama, sendo este último um emissor beta com meia-vida de $2,2 \times 10^5$ anos. Na Figura 1 pode ser observado o esquema do decaimento radioativo do ^{99}Mo .

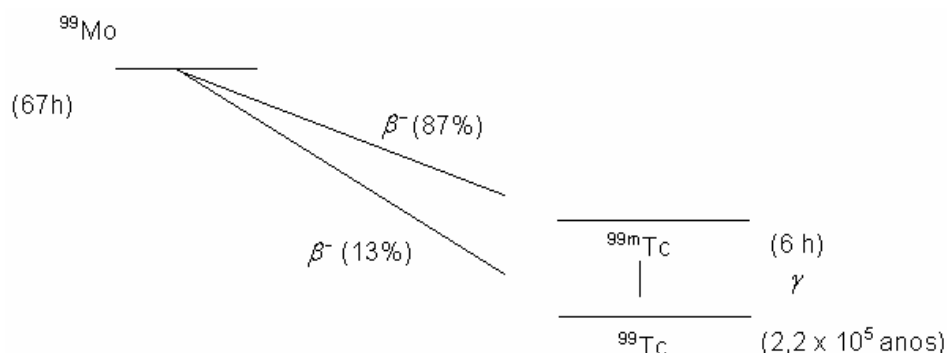


Figura 1: Esquema simplificado de decaimento do ^{99}Mo [7].

Um dos parâmetros que indica a qualidade dos eluatos é a pureza radionuclídica. O *molybdenum breakthrough* (MBT) é um parâmetro que define a proporção entre ^{99}Mo e $^{99\text{m}}\text{Tc}$ nos eluatos. O limite máximo de ^{99}Mo estabelecido pela Farmacopéia Européia (EP) é de $1,0 \mu\text{Bq}/\text{mBq}$. De acordo com a Farmacopéia Americana (USP) esse limite é $0,15 \mu\text{Bq}/\text{mBq}$; a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) recomenda que o teor de ^{99}Mo seja de até de 0,015% e o limite permitido pela *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) é de $0,555 \times 10^{10} \mu\text{Bq}$ de ^{99}Mo para cada $3,7 \times 10^{10} \text{mBq}$ de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ na dose administrada ao paciente [5, 7, 8].

Tendo em vista a importância da qualidade da imagem e também a necessidade de evitar que pacientes recebam dose de radiação sem nenhum benefício em medicina nuclear, este trabalho teve como objetivo avaliar o teor de ^{99}Mo nas eluições do $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ em geradores utilizados em clínica de medicina nuclear do Estado de Sergipe.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação do teor de ^{99}Mo foram realizadas em seis geradores com atividade máxima de 74 GBq (2000 mCi) de um serviço de medicina nuclear no Estado de Sergipe. Para cada gerador, foram analisadas até cinco eluições, sendo que a clínica realiza, em média, de 8 a 10 eluições em cada gerador. A clínica disponibilizou um gerador por semana para tais avaliações.

A cada eluição, foi utilizado um frasco estéril com um volume padronizado de solução salina e outro com vácuo na extremidade da saída. O frasco com vácuo faz com que a solução salina saia do frasco original, passe pela coluna e chegue a ele. Os volumes de cada eluição variam de 5 a 20 ml.

O eluato foi colocado num recipiente de chumbo com espessura suficiente para barrar os fótons de 140 keV do $^{99\text{m}}\text{Tc}$, bloqueando apenas 50% dos fótons de 740 keV do ^{99}Mo .

Para as análises, após a medida da atividade do ^{99m}Tc , o calibrador de dose era ajustado para o radionuclídeo ^{99}Mo . Com os resultados, a relação entre o ^{99}Mo e o ^{99m}Tc pode ser calculada. A partir das medidas obtidas, foi possível determinar a pureza da solução através da determinação do valor MBT por meio da equação 1 [8, 9].

$$\text{MBT} = \frac{\text{Atividade líquida do } ^{99}\text{Mo medida com blindagem} \times 2}{\text{Atividade líquida do } ^{99m}\text{Tc medida sem blindagem}} \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores obtidos do MBT das amostras avaliadas. O gerador 1 apresentou o maior teor de impureza radionuclídica na 1ª e 5ª eluição. Para esse gerador e para o gerador 2 e 3 foi observado impureza já na 1ª eluição. Nos geradores 2 e 5 foi detectada impureza radionuclídica na 5ª eluição e no gerador 6, na 7ª eluição. Nas cinco análises realizadas no gerador 4 não foram observadas impurezas radionuclídicas. A presença de impureza em eluições mais tardias está, provavelmente, relacionada à menor atividade do ^{99m}Tc .

Tabela 1: Valores de atividade de ^{99}Mo por atividade de ^{99m}Tc (MBT)

Gerador	Nº da eluição	MBT ($\mu\text{Bq/mBq}$)
1	1ª	0,002
	3ª	0,001
	5ª	0,081
	7ª	0,001
	9ª	0,000
2	1ª	0,000
	3ª	0,000
	5ª	0,001
3	1ª	0,001
	3ª	0,000
4	1ª	0,000
	3ª	0,000
	5ª	0,000
	7ª	0,000
	9ª	0,000
5	5ª	0,001
	7ª	0,000
	9ª	0,001
6	1ª	0,000
	3ª	0,000
	5ª	0,000
	7ª	0,001

Observou-se que nenhuma eluição ultrapassou o limite da Farmacopéia Européia (EP), que é de $1,0 \mu\text{Bq/mBq}$ e nem do limite da Farmacopéia Americana (USP), $0,555 \times 10^{10} \mu\text{Bq}$. No entanto de acordo com os dados obtidos, mostrou-se que o método para análise da qualidade do radionuclídeo eluído é fácil, rápido e satisfatório, pois permite a avaliação do teor ^{99}Mo nas eluições do $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ em serviços de medicina nuclear. Vale ressaltar que a partir desses resultados será desenvolvido um formulário para todas eluições com data, hora, número do

gerador, número de eluato, medida atividade líquida do ^{99}Mo e medida atividade líquida do $^{99\text{m}}\text{Tc}$, para avaliação da pureza das amostras de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ antes do preparo dos radiofármacos que serão administrados aos pacientes.

4. CONCLUSÃO

Os resultados das medidas obtidas neste trabalho não indicaram presença maior de ^{99}Mo que o limite da Farmacopéia Americana (USP) e nem da Farmacopéia Européia (EP). Esse estudo irá prosseguir com avaliação dos eluatos de outros geradores de radionuclídeo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e a Clínica de Medicina Nuclear Endocrinologia e Diabetes Ltda (CLIMEDI) pelo o auxílio na coleta de dados.

-
1. FERREIRA, F. C. L. Avaliação de medidores de atividade e câmaras cintilográficas utilizados em medicina nuclear em Sergipe. Dissertação de Mestrado. *Universidade Federal de Sergipe*. 2008.
 2. CASTRO, J. A.; ROSSI, G.; DIMENSTEIN, R. Guia prático em medicina nuclear: A instrumentação. 2a edição. *Senac* São Paulo, (2004).
 3. NORMATIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE EXAMES PARA REALIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EM CARDIOLOGIA NUCLEAR. Controle de qualidade e desempenho da instrumentação. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 86, Suplemento I (2006).
 4. SAHA, G. B. Physics and radiobiology of nuclear medicine. 3a Edição, *Editora Springer*, (2006).
 5. MARQUES, F. L. N.; OKAMOTO, M. R. Y.; BUCHPIGUEL, C. A. Alguns aspectos sobre geradores e radiofármacos de tecnécio-99m e seus controles de qualidade. *Radiologia Brasileira*, 34(4): 233-239 (2001).
 6. OLIVEIRA, R.; SANTOS, D.; FERREIRA, D.; COELHO, P.; VEIGA, F. Preparações radiofarmacêuticas e suas aplicações. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* 42(2): 151-165 (2006).
 7. RIBEIRO, B. S.; DANTAS, A. L. A.; LUCENA, E. A.; DANTAS, B. M. Determinação de ^{99}Mo em eluatos de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ utilizados em serviços de medicina nuclear do Rio de Janeiro. *I simpósio de dosimetria interna aplicada à medicina nuclear*. Recife (2008).
 8. ANDRADE, W. G.; LIMA, F. F.; Avaliação de ^{99}Mo em amostras de eluatos de geradores de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ em clínica do Recife. *I simpósio de dosimetria interna aplicada à medicina nuclear*. Recife (2008).
 9. THRALL, J. H.; ZIESSMAN, H. A.; Medicina nuclear, 2a Edição. *Editora Guanabara koogan S.A.* (2003).