



Projeto de um Sistema de Irradiação para Solução de $MnSO_4$ Utilizando uma Fonte de PuBe

Sandro Passos Leite¹, Walsan W. Pereira², Evaldo S. da Fonseca², Karla C. de Souza Patrão²

¹ Fundação Técnico-Educacional Souza Marques, leite_sp@ig.com.br

² Laboratório de Nêutrons / LNMRI /IRD, Rio de Janeiro, Brasil, walsan@ird.gov.br

Sumário: Este trabalho propõe, através de modelagem de Monte Carlo, um sistema de irradiação de solução aquosa de $MnSO_4$ utilizando uma fonte radioisotópica de nêutrons de PuBe.

Palavras-chave: Banho de Sulfato de Manganês, MCNP, metrologia de nêutrons

1. INTRODUÇÃO

A irradiação de soluções aquosas por nêutrons é um procedimento empregado em diversos ramos da atividade humana, um exemplo proeminente é a metrologia. Fontes radioisotópicas de nêutrons (largo espectro) utilizadas na indústria do petróleo têm sua taxa de emissão (número de neutros emitidos por unidade de tempo) determinada através da ativação do ^{55}Mn presente num grande volume de solução aquosa de sulfato de manganês. Esse grande volume de solução (~500 L) é necessário fazer com que o nêutron perca energia até atingir o nível térmico, que é a energia que possibilita maior probabilidade de interação com o ^{55}Mn . Portanto, irradiar pequenos volumes de solução aquosa (menores que 200 mL) com fontes radioisotópicas de nêutrons não é um processo eficiente de ativação, já que não há volume suficiente de solução para reduzir a energia dos nêutrons, fazendo com que a maioria destes atravessasse o meio aquoso sem interagir. Sendo assim, para irradiar pequenos volumes é necessário produzir um feixe de nêutrons já com energia térmica, o que é obtido principalmente em reatores nucleares. Recentes trabalhos [1,2] têm proposto uma alternativa na ativação de pequenos volumes de soluções. Nesses trabalhos, foi estudado a ativação do ^{55}Mn com fontes de Cf e PuBe utilizando meios refletores de nêutrons ao redor da solução de $MnSO_4$. Os resultados desses estudos, feitos por simulação de Monte Carlo, mostraram que os melhores resultados foram obtidos quando o meio refletor era a água, quando houve um aumento no valor de ativação do ^{55}Mn em 2 vezes com relação ao mesmo volume de solução sem meio refletor. A presença da água ao redor da solução tem dupla função: refletir os nêutrons em direção da solução e torná-los energeticamente compatíveis com seção de choque de captura de nêutrons do ^{55}Mn . A escolha de uma solução aquosa de $MnSO_4$ é devido a necessidade de sistemas de padronização

primária de fontes de nêutrons utilizarem alíquotas ativadas desse tipo de solução para determinar a eficiência de seu sistema de detecção.

Este trabalho tem o objetivo de propor um projeto para construção de um sistema de irradiação da solução de $MnSO_4$, baseado em uma fonte de radioisotópica de nêutrons de PuBe. As características deste novo sistema foram definidas através de simulações computacionais com o código MCNP para que produzissem máxima captura de nêutrons pelo manganês.

2. METODOLOGIA

Foi modelada no MCNP 5 [3] a geometria proposta em [2] como protótipo do sistema de irradiação para a solução de $MnSO_4$ com a fonte de nêutrons de PuBe. Essa geometria é caracterizada por duas esferas concêntricas: uma de solução de $MnSO_4$ (com a fonte de nêutrons no centro), com raio de 7,25 cm (R_2) e outra de água, com raio de 15 cm (R_1), **Figura 1**. Mantendo-se fixo R_1 , foi estudado o comportamento da captura de nêutrons pelo ^{55}Mn por unidade de volume da solução de $MnSO_4$ variando-se desde o volume definido pelo raio de 7,25 cm até o menor volume que pudesse inscrever a fonte de PuBe. A partir deste estudo e do protótipo definido em [2] foi projetado um sistema de irradiação para a solução de $MnSO_4$.

O projeto desse sistema de irradiação utilizando a fonte de PuBe, deve ser caracterizado pela facilidade de operação e também pela segurança e rapidez na manipulação da fonte de nêutrons nele utilizada. Deve-se também prevenir que a solução ativada extravase e contamine o ambiente de irradiação. Sendo assim, o recipiente que conterá a solução deverá estar hermeticamente fechado para evitar a contaminação tanto da solução como do ambiente de irradiação. E o volume de solução ativado deve ser tal que maximize a concentração de atividade do ^{55}Mn .

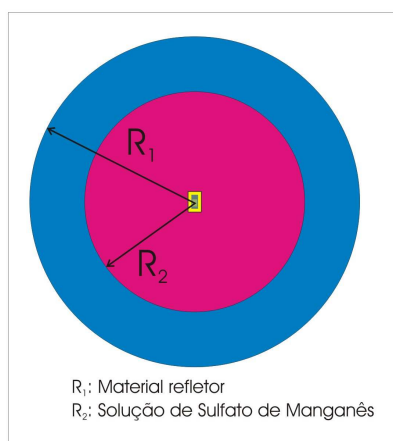


Fig. 1. Geometria simulada no estudo de caracterização do sistema de irradiação

3. RESULTADOS

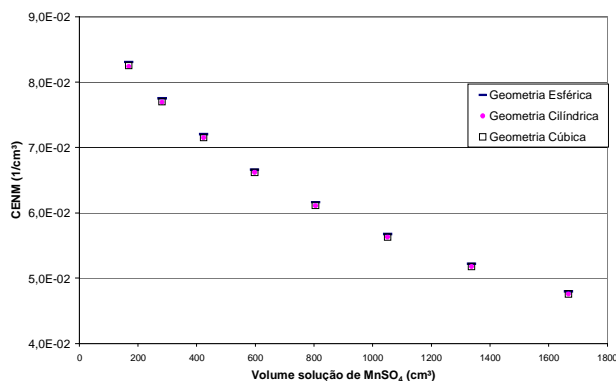


Fig. 2. Comportamento da captura de nêutrons pelo ⁵⁵Mn em função do volume de MnSO₄ inserido em água (meio refletor)

O comportamento da captura de nêutrons pelo ⁵⁵Mn com a redução da volume de solução de MnSO₄, quando no interior de uma esfera de água de 15 cm de raio, é apresentado na figura 2. Na faixa de variação de volume analisado, houve um crescimento de 73% na captura de nêutrons pelo ⁵⁵Mn. Este comportamento permite a projetar o sistema de irradiação com pequeno volume de solução e ainda maximizar a sua concentração de atividade. Na figura 3 é apresentado o projeto do sistema de irradiação para a fonte de PuBe de 1850 GBq (diâmetro de 5,75 cm e altura de 3,83 cm). Este sistema é constituído por um recipiente cúbico, cheio de água, construído com paredes de acrílico de 3,5 mm de espessura e aresta interna de 30 cm. O recipiente que contém a solução está acoplado a um canal, o que permite o acesso da fonte de PuBe ao seu interior, sem entretanto contato um contado direto com ela. Este canal é feito de paredes de acrílico e a fonte é inserida nele por meio de um tubo. Esse tubo, feito de aço, permite inserir ou sacar rapidamente a fonte do sistema de irradiação. As dimensões do recipiente da solução são de 8 cm de diâmetro e 6,6 cm de altura, projetado com paredes de acrílico de 2 mm de espessura e com capacidade para 180

mL de solução. Considerando uma fonte de PuBe de 1850 GBq, e taxa de emissão de $8,689 \times 10^7 (\pm 1,14\%)$ nêutrons por segundo em 01/04/2009, a concentração de atividade da solução alcançada nesse sistema pode ser de até 8,5 Bq/mg.

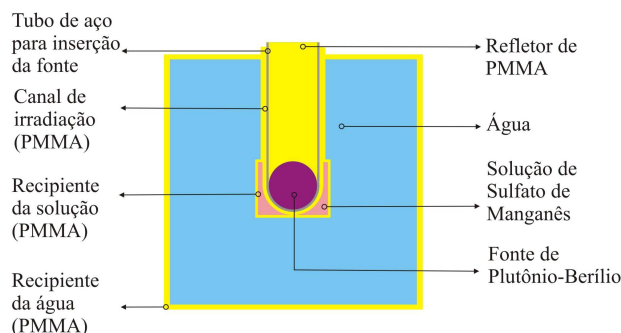


Fig. 3. Projeto do sistema de irradiação utilizando fonte de PuBe de 1850 GBq

4. CONCLUSÕES

O sistema de irradiação proposto é adequado para irradiações de pequenos volumes de solução (< 200 mL). Ainda produzindo menor concentração de atividade que aquela alcançada em um reator nuclear, o sistema de irradiação proposto para o Pube tem a vantagem de ser de baixo custo, de fácil operação e de uso local. Esse sistema é uma ótima alternativa quando se deseja concentrações de atividade da ordem de 10 Bq/mq.

AGRADECIMENTOS

Ao corpo técnico do Laboratório de Nêutrons do Instituto de Radioproteção e dosimetria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Leite, S. P. ; Pereira, W. W. ; Silva, A. X. ; Fonseca, E. S. ; Patrao, K. C. S. . *Alternative Irradiation System for Efficiency Manganese Bath Determination*. Radiation Measurements, v.45, pp 1499-1501, 2010
- [2] Leite, S. P. ; Pereira, W. W. ; Silva, A. X. ; Fonseca, E. S. ; Patrao, K. C. S.; Castro, L. C.; Bittencourt, G. R.; “Construção de um Sistema Alternativo para Determinação da Sensibilidade do Sistema de Padronização Primária de Fontes Radioisotópicas de Nêutrons” V CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA - 9 a 13 de novembro de 2009. Salvador, Bahia – Brasil.
- [3] Briesmeister, J. F., 2001, “MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code”, Los Alamos National Laboratory, Version 4C2, USA.