

SIMULAÇÃO MATEMÁTICA DO ESPALHAMENTO DE NÊUTRONS NO LABORATÓRIO DE FLUÊNCIA

Guilherme Rodrigues Bittencourt e Karla Cristina de Sousa Patrão
Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Nêutrons (LN) pertencente ao Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI/IRD) opera um sistema para padronização absoluta de fontes de nêutrons denominado de Banho de Sulfato de Manganês (BSM).

O sistema utilizado no LN para a calibração de fontes de nêutrons é o Banho de Sulfato de Manganês (BSM) que consiste um tanque esférico com aproximadamente 520 litros de solução aquosa de sulfato de manganês ($MnSO_4$) onde a fonte a ser medida é mergulhada até o centro do banho. O modelo físico-matemático proposto para a determinação da taxa de emissão de uma fonte de nêutrons é:

$$Q(t) = \frac{A(t) \cdot K}{\varepsilon \cdot F} \quad (1)$$

Onde $A(t)$ é a atividade de saturação do ^{56}Mn presente na solução; K é o fator de correção, ε é o coeficiente de sensibilidade do sistema de detecção, e F é a fração de nêutrons térmicos capturados pelo ^{55}Mn .

A atividade de saturação $A(t)$ é obtida diretamente por meio da medida de decaimento do ^{56}Mn produzido pela reação dos nêutrons com o ^{55}Mn em um sistema eletrônico de contagem com um detector de NaI(Tl). O parâmetro K da equação 1 se relaciona à fuga de nêutrons, a captura de nêutrons pelo material da fonte e a captura de nêutrons rápidos na solução e foi determinado por meio da simulação matemática do BSM. O parâmetro ε representa a eficiência do sistema de padronização e o parâmetro F depende da

quantidade de átomos na solução e em particular da razão entre o número de átomos de Hidrogênio e Manganês [1].

OBJETIVO

Avaliar a influência do espalhamento devido aos materiais e paredes de concreto próximos ao BSM, para então fazer as devidas correções nos parâmetros de correção K e F , visto que os valores utilizados atualmente para estes parâmetros foram obtido através de uma simulação do BSM no vácuo. O programa computacional utilizado para as simulações realizadas neste trabalho foi o MCNPX.

METODOLOGIA

Para avaliar a influência do espalhamento de nêutrons no laboratório de fluência, foi necessário primeiramente elaborar, no programa MCNPX, toda a geometria do laboratório incluindo chão, paredes, teto e a plataforma de acesso ao BSM elaborada em um trabalho anterior [2].

As Figuras 1 e 2 apresentam a geometria do laboratório elaborada.

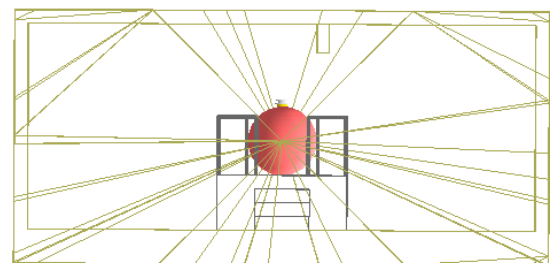


Figura 1 - Geometria do laboratório de fluência elaborada no MCNPX.

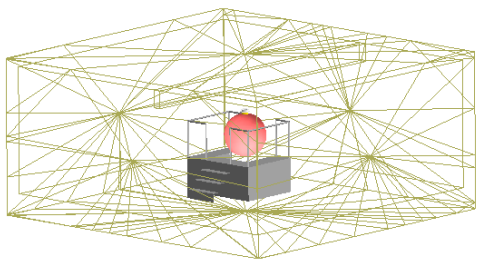


Figura 2 - Geometria do laboratório de fluência elaborada no MCNPX.

Com isso, a análise do espalhamento foi feita através de simulações no programa MCNPX. Desse modo, todos os nêutrons emitidos pela fonte imersa no BSM, que escaparam da cavidade esférica e que por ventura retornaram e foram capturados pela solução de sulfato de manganês, foram considerados.

Neste trabalho, foi utilizado a relação obtida a partir de várias concentrações de solução aquosa de $MnSO_4$ [3], que fornecem parâmetros com menores incertezas para a densidade, concentração de água e sulfato de manganês e razão de átomos de hidrogênio e manganês para serem utilizados nas simulações.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos para o fator de correção K comparado ao valor obtido para a condição de referência (utilizado atualmente no LN).

TABELA 1 - Valores obtidos para o fator de correção K .

Simulações	Fator de correção K	Diferença percentual (K e K_{Ref})
Salão + BSM	1,0502	-0,057
BSM no vácuo	1,0496	-

* $K_{Ref} = 1,0496 \pm 0,043$

Para o fator de correção F os resultados obtidos a partir de simulações no MCNPX são apresetados na tabela 2.

TABELA 2 - Valores obtidos para o fator de correção F .

Simulações	Fator de correção F	Diferença percentual (F e F_{Ref})
Salão + BSM	0,5259255	$8,2 \times 10^{-5}$
BSM no vácuo	0,5259259	-

* $F_{Ref} = 0,5259 \pm 0,0356$

CONCLUSÕES

A influência do espalhamento de nêutrons, devido à presença da plataforma e das paredes de concreto próximas ao BSM não foi tão significativa, mostrando com isso que, embora tenha sido desprezados alguns fatores, os valores utilizados atualmente estão bem próximos da realidade.

Contudo estes resultados ainda são preliminares visto que as incertezas nos parâmetros de correção K e F ainda estão sendo avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Leite S. P., "Simulação matemática do banho de sulfato de manganês estático para cálculo do parâmetro de correção K para fontes isotópicas de nêutrons", Tese de Mestrado – IRD, Rio de Janeiro, Brasil, (2005).
- [2] Bittencourt G. R., "Influência do espalhamento em paredes e materiais próximos ao Banho de Sulfato de Manganês", Trabalho de Iniciação Científica - IRD, Rio de Janeiro, Brasil, (2009).
- [3] Bittencourt G. R., "Determinação da relação semi-empírica entre a densidade física, a concentração e a razão entre átomos de hidrogênio e manganês em uma solução de sulfato de manganês" Trabalho de Iniciação Científica - IRD, Rio de Janeiro, Brasil, (2008).

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq