



SISTEMA PORTÁTIL PARA TESTE DE MONITORES DE ÁREA PARA NÊUTRONS

*Luciane de Rezende Souza*¹, *Karla C. de Souza Patrão*², *Sandro Passos Leite*³, *Walsan Wagner Pereira*², *Evaldo S. da Fonseca*², *Ricardo Tadeu Lopes*¹

¹ Programa de Engenharia Nuclear (PEN/COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, lrezende@con.ufrj.br

² Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), Rio de Janeiro, Brasil, karla@ird.gov.br

³ Fundação Técnico Educacional Souza Marques, Rio de Janeiro, Brasil, leite_sp@ig.com.br

Resumo: A proposta deste trabalho foi desenvolver um sistema portátil para verificar a manutenção das condições de calibração de monitores de área para nêutrons. A geometria do sistema foi adotada a partir da simulação matemática, utilizando o código de transporte de radiação MCNP5 [2], consistindo de um cilindro de polietileno, onde foi inserida uma fonte de ²⁴¹Am-Be com uma atividade de 14,6 GBq (395 mCi).

Palavras-chave: Detectores de Nêutrons, Nêutrons, Calibração de monitores de área.

1. INTRODUÇÃO

A difusão do uso da radiação ionizante exigiu o desenvolvimento de instrumentos e métodos que garantam a confiabilidade na medição da radiação, tornando a calibração um fator indispensável na garantia da qualidade e da rastreabilidade das medições, assegurando que as incertezas, sejam as menores possíveis.

No Brasil a norma técnica adotada é ABNT ISO/IEC 17025:2005 [1] que recomenda em seu item 5.6.1 que todo equipamento utilizado em ensaios e/ou calibrações que tenha seu efeito significativo sobre a exatidão ou validade do resultado do ensaio deve ser calibrado antes de entrar em serviço.

Atualmente, no Brasil, o Laboratório de Nêutrons (LN) do IRD é o laboratório de referência na área de metrologia de nêutrons, desenvolvendo pesquisas nas áreas de metrologia e dosimetria de nêutrons e serviços técnicos, de calibração de monitores de área e irradiação de monitores individuais, utilizados rotineiramente em radioproteção.

Atualmente, o aumento da atividade de prospecção de petróleo e gás natural no Brasil, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, acarretou um crescimento do uso de monitores de área para nêutrons por parte deste setor. Como base nos dados levantados no Laboratório de Nêutrons, cerca de 76% dos monitores de área para nêutrons que são submetidos aos ensaios de calibração, são provenientes da indústria de petróleo e gás e entre 2006 e 2010 o LN calibrou cerca de 666 monitores de área para nêutrons.

As normas internacionais de sistemas da qualidade indicam a necessidade do usuário conhecer e controlar as características metrológicas de sua instrumentação. Os principais métodos utilizados na determinação do intervalo

de calibração são baseados no histórico das calibrações passadas.

O objetivo deste trabalho é projetar e construir um sistema de medição portátil para a verificação das condições de funcionamento dos monitores de área para nêutrons. Este dispositivo deverá ser utilizado pelo usuário em suas próprias instalações, entre as calibrações, permitindo a verificação das condições de funcionamento dos monitores e evitando dessa forma a utilização de um equipamento inadequado ao seu uso e auxiliando o usuário a determinar um intervalo de calibração para seu equipamento.

2. METODOLOGIA

Na primeira etapa do trabalho foram definidos o material e as dimensões do sistema portátil. A geometria do sistema foi definida através de simulação matemática, utilizando o modelo computacional de transporte de radiação, o código de Monte Carlo MCNP5. Os valores obtidos com o MCNP foram validados experimentalmente.

A fonte utilizada no sistema é de ²⁴¹Am-Be (α , n), foi doada por uma empresa da área petrolífera e não possui certificado, através da comparação desta fonte com outra fonte de ²⁴¹Am-Be de 10 GBq (1Ci), padronizada no sistema primário denominado banho de Sulfato de Manganês (BSM), no próprio laboratório, verificamos que a atividade da fonte utilizada é de 14,6 GBq (395 mCi).

O material escolhido para a construção do sistema foi o polietileno, por possuir excelentes qualidades físicas e por ser um polímero muito utilizado em projetos de detectores devido as suas característica mecânica de dureza e rigidez.

O monitor de área escolhido para o trabalho foi o modelo de Ludlum 12-4, pois dentre os 666 monitores de área calibrados no LN, entre 2006 e 2010, 52% são do modelos Ludlum 12-4 e 48% se dividem entre os outros modelos que o LN recebe para a calibração.

O formato do sistema, primeiramente, foi definido como um paralelepípedo de polietileno, após verificação da disponibilidade do material no mercado, foi definida a forma cilíndrica.

Após a definição dos materiais utilizados na composição do sistema, foram determinadas para cada face do sistema as taxas de equivalente de dose ambiente de 50 μ Sv/h e 500 μ Sv/h. Esses pontos correspondem a 50% do fundo de escala, considerando as duas escalas de maior interesse em

radioproteção (0-100 $\mu\text{Sv/h}$ e 0-1000 $\mu\text{Sv/h}$) e são pontos utilizados no ajuste da calibração, pelo LN.

O sistema portátil foi modelado utilizando o código MCNP5 [2] de simulação de transporte de partículas. As dimensões deste bloco foram estipuladas considerando seu uso com o modelo de monitor de área para nêutrons Ludlum 12-4 e para a determinação da taxa de equivalente de dose ambiente nas faces do sistema, utilizou-se a definição do detector pontual disponível no MCNP5 [2], Tally F5, que foi modificada com a introdução dos fatores de correção para o equivalente de dose ambiente por fluência de nêutrons, $H^*(10)/\Phi$, em $\text{pSv}\cdot\text{cm}^2$.

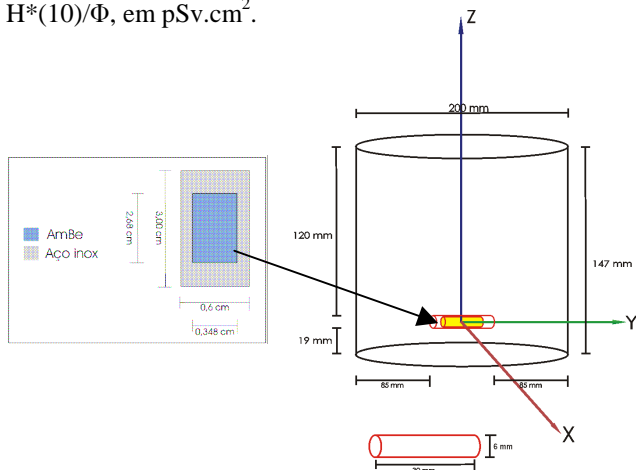


Fig. 1. Diagrama esquemático do sistema portátil e fonte.

Para verificar as condições da simulação do sistema portátil antes da construção dos mesmos e foi feita uma validação da simulação, que funcionou como um norteador. Para a validação dos resultados obtidos com a simulação matemática do sistema portátil, foram feitas medições experimentais utilizando duas placas de polietileno de 50x50 cm e espessura de 2,64 cm e 2,52 cm sobre uma fonte de 241Am-Be de 14,6 GBq (395mCi), a mesma que utilizaremos no sistema. Foram feitas dez medições utilizando 4 modelos de monitores de área, calibrados no laboratório de nêutrons : 3 Ludlum 12-4; 1 Thermo Eberline FHT; 1 Eberline E-600 e 1 Eberline ASP. Após as medições experimentais, utilizamos o MCNP para simular o experimento de validação.

Em uma segunda etapa, o sistema portátil foi construído e várias medições foram realizadas com diferentes modelos de monitores de área para nêutrons, visando à homologação do sistema.



Fig. 2. Sistema Portátil construído.

3. RESULTADOS

Número de série	Valores da face de Maior distância da fonte ($\mu\text{Sv/h}$)	Valores da face de menor distância da fonte ($\mu\text{Sv/h}$)
265508	55,2 \pm 4,2	524,0 \pm 12,7
248440	49,3 \pm 2,4	504,5 \pm 31,3
216430	55,0 \pm 2,0	540,0 \pm 12,9
169409	45,5 \pm 3,1	450,0 \pm 11,8
236318	53,0 \pm 4,1	510,0 \pm 12,9
249364	52,0 \pm 2,6	592,5 \pm 16,9
223444	53,6 \pm 3,3	555,0 \pm 15,8
93323	52,8 \pm 4,5	548,0 \pm 27,0
169417	50,3 \pm 4,2	510,0 \pm 12,9
248431	53,8 \pm 2,1	515,0 \pm 12,9
MÉDIA:	52,1 \pm 2,9	524,9 \pm 37,7

Para verificar se o sistema estava conforme os parâmetros simulados foi feita uma homologação do sistema utilizando dez monitores de área modelo Ludlum 12-4. Todos os monitores de área para nêutrons utilizados neste trabalho foram calibrados no Laboratório de Nêutrons utilizando a fonte referência de 241Am-Be, calibradas no Banho de Sulfato Manganês (BSM).

A partir dos resultados foi desenvolvido um manual para auxiliar o usuário no momento da execução. O manual contempla um passo-a-passo de como posicionar e fazer as medições. Recomenda-se ao usuário que forme um histórico com o desempenho do monitor testado. Este histórico constitui importante ferramenta de gestão, podendo ser utilizado para determinar o intervalo de calibração mais adequado para o equipamento.

4. CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido neste trabalho mostrou-se uma ferramenta adequada para a verificação das condições de funcionamento dos monitores de área, proporcionando o acompanhamento do desempenho destes instrumentos entre as calibrações.

AGRADECIMENTOS

Ao corpo técnico do Laboratório de Nêutrons do IRD.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS., 2005, NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. Rio de Janeiro, RJ, ABNT.
- [2] BRIESMEISTER, J. F., 2003, MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Los Alamos National Laboratory, Version 5, USA.