



## International Joint Conference Radio 2019

### Anisotropia da Fonte de $^{241}\text{AmBe}$ do Laboratório de Calibração com Nêutrons do IPEN

Alvarenga<sup>1</sup> T. S., Polo<sup>1</sup> I. O., Pereira<sup>2</sup> W. W., Caldas<sup>1</sup> L.V.E.

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear (IPEN/CNEN),  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, CEP 05508-000 São Paulo/SP, Brazil.

<sup>2</sup>Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD/CNEN),  
Av. Salvador Allende, 9, 22780-160, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

[tallysonalvarenga@gmail.com](mailto:tallysonalvarenga@gmail.com)

#### Introdução

A calibração dos instrumentos de medição de radiação, tais como os monitores de radiação e os dosímetros, é realizada com o objetivo de assegurar medições precisas, com uma incerteza associada, atendendo às exigências estabelecidas pelas autoridades regulamentadoras. Segundo a norma NE 3.02 da CNEN [1], é obrigatória a calibração periódica dos instrumentos de medição por uma instituição autorizada, que esteja em conformidade com as normas específicas, garantindo assim que o detector esteja trabalhando devidamente.

A fonte de nêutrons utilizada no procedimento de calibração deve ser calibrada no sistema absoluto de padronização primária, como Banho de Sulfato de Manganês (BSM). Tal procedimento permite que seja determinada a taxa de emissão da fonte de nêutrons e suas respectivas incertezas. Embora os fabricantes das fontes de nêutrons sigam regras rigorosas em relação ao encapsulamento de aço da fonte e a distribuição do material radioativo, mesmo assim pode haver pequenas diferenças na distribuição e na espessura [2]. Por esse motivo pode gerar efeitos de anisotropia na emissão de nêutrons, que ocorre devido às variações das taxas de emissão de nêutrons em relação ao eixo axial da fonte [3].

O procedimento de medição que leva em consideração o fator de anisotropia  $FI(\theta)$  da fonte de nêutrons contribui de maneira efetiva no cálculo das incertezas associadas à calibração de detectores de nêutrons, possibilitando assim a sua eficácia e validando a calibração dos detectores [3].

#### Metodologia

A fonte de  $^{241}\text{AmBe}$  do LCN do IPEN é do tipo X3, que possui um formato cilíndrico; portanto, presume-se que sua emissão é simétrica **no eixo** do cilindro. As medições da anisotropia foram realizadas apenas em função do ângulo polar  $\theta$  entre a direção do detector e o eixo da fonte.

Sendo assim, a medição **foi** realizada a partir do alinhamento horizontal da fonte com o detector a uma distância de 2 m. A fonte foi rotacionada a partir de  $0^\circ$  até  $180^\circ$ , onde foram realizadas 19 medições variando o ângulo de  $10^\circ$ . A anisotropia foi calculada por meio de simulação, onde foi utilizado o código MCNP5. Foram simuladas  $2 \times 10^{10}$  histórias, com o tally F4, com o propósito de se obter resultados com incertezas menores [4].

#### Resultados

A Tabela 1 apresenta os coeficientes de anisotropia da fonte de  $^{241}\text{AmBe}$  (37GBq), que foram obtidos por meio da simulação em diferentes ângulos, em intervalos de  $10^\circ$ .

**Tabela 1:** Fatores de anisotropia da fonte de  $^{241}\text{AmBe}$  (37GBq) em diferentes ângulos.

Ângulo $\theta^\circ$	FI( $\theta$ )	Ângulo $\theta^\circ$	FI( $\theta$ )
0	1,0153	100	1,0227
10	1,0110	110	1,0096
20	1,0044	120	0,9974
30	0,9936	130	0,9831
40	0,9941	140	0,9602
50	0,9925	150	0,9851
60	1,0287	160	0,9854
70	1,0280	170	0,9978
80	1,0161	180	1,0160
90	1,0235		

Os valores apresentam uma baixa variação na emissão de nêutrons em relação ao eixo axial na fonte. Assim, a fonte não é considerada como sendo pontual, pois não apresenta valor de 1 em cada ângulo. O maior valor alcançado para o fator de anisotropia foi  $FI(\theta) = 1,0235$  para o ângulo de  $90^\circ$  o menor valor foi de  $FI(\theta) = 0,9602$  no ângulo de  $140^\circ$ .

### Conclusões

Considerando o amplo uso da fonte de  $^{241}\text{AmBe}$ , que é recomendada pela ISO 8529-2 [5] para realizar a calibração de detectores de nêutrons, é de suma importância ter o conhecimento da anisotropia, pois permite que haja uma redução considerável na incerteza relacionada ao uso de fontes e melhorando o processo de calibração do LCN. A partir desses resultados pode-se obter mais precisão dos cálculos para blindagem, assim diminuindo os riscos para trabalhadores e indivíduos do público.

### Referências

- [1]- CNEN, COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, NN-3.01/002, Rio de Janeiro (2011).
- [2]- KOWATARI, M.; ONUMA, I.; TANIMURA, Y.; KAWASAKI K.; SAEGUSA, J.; YOSHIKAWA, M. Determination of the Anisotropic Emission factor for neutrons from  $^{241}\text{Am-Be}$  source. *radioisotopes*. v. 57. N. 9. 559-569, (2008).
- [3]- BARDELL, A. G.; BURKE, M.; HUNT, J. B.; TAGZIRIA, H.; THOMAS, D. J., Anisotropy of Emission from Radionuclide Neutron Sources, NPL Report CIRM 24, (1998).
- [4]- X-5 MonteCarloTeam, 2008. MCNP – A General Monte Carlo N-particle Transport Code, Version 5, Volume: Overview and Theory. LA-UR-03-1987, Los Alamos National Laboratory (revised 2008).
- [5]- ISO, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Reference Neutron Radiations. Characteristics and Methods of Production, ISO 8529, Part 2 (2000).