

Estudo do espectro neutrônico para fonte de $^{241}\text{AmBe}$ moderada em água.

Study of $^{241}\text{AmBe}$ neutronic spectra moderated by water.

AS Gonçalves^{1,2}, FS Silva¹, KCS Patrão¹, ES da Fonseca¹, WW Pereira^{1,2}.

¹ Laboratório de Metrologia de Nêutrons, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, 22780-160, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

² Fundação Técnico-Educacional Souza Marques, 21310-310, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

E-mail: angela.souzagon@gmail.com

Resumo: O estudo apresenta a determinação da fluência em energia de nêutrons da fonte $^{241}\text{AmBe}$. A obtenção do espectro está baseada na medição da fonte em estudo, realizadas pelo espectrômetro de multiesferas de Bonner, efetuando-se leituras com o detector sem esfera e recoberto com esferas de polietileno de diferentes diâmetros. Busca-se caracterizar um novo espectro moderado em água utilizando a fonte em estudo, de maneira que possa representar campos realísticos úteis para testes, calibrações e irradiações de monitores individuais e de área para nêutrons.

Palavras-chave: Espectrometria de Nêutrons, Esferas de Bonner e Monte Carlo.

Abstract: This study presents the determination of neutron energy fluency from the $^{241}\text{AmBe}$ source. Spectrum determination is based in a Bonner Sphere Spectrometry which the detector without sphere and covered with polyethylene spheres of different diameters. It's intend to characterize a new moderate spectrum in water, using the source under study, seeking to useful for testing, calibration and irradiation of personal monitors and survey meters.

Keywords: Neutron Spectrometry, Bonner Spheres and Monte Carlo.

1. INTRODUÇÃO

Os campos de nêutrons encontrados nos ambientes de trabalho se estendem por uma grande faixa de energia [1]. Todo sistema de monitoração individual de nêutrons apresenta resposta fortemente dependente de energia, sendo imprescindível o conhecimento do espectro de nêutrons [2]. Desta forma a caracterização de

campos de nêutrons continua sendo uma necessidade em diversas aplicações para instalações nucleares, sendo fundamental para determinar a taxa de dose de nêutrons associada a esses mesmos campos, o mais precisamente possível [3,4].

Uma das técnicas mais precisas e confiáveis para medição da taxa de fluência de nêutrons para diferentes energias, é o Espectrômetro de

Multiesferas de Bonner (EMB) [4]. O EMB possui um grande número de benefícios se comparado a outros métodos, como uma ampla caracterização de energia, resposta isotrópica e simplicidade. O que o torna um dos instrumentos mais utilizados para a espectrometria de nêutrons em proteção contra radiação [5].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A técnica utilizada experimentalmente consiste em operar um detector de nêutrons (LiI) inserido no centro de diversas esferas de polietileno com diâmetros de: 5,08 cm (2"), 7,62 cm (3"), 12,70 cm (5"), 20,32 cm (8"), 25,40 cm (10") e 30,48 cm (12") a 100 cm de distância da fonte.

Foram realizadas 7 medições para a fonte utilizada nesse estudo, sendo 1 medida sem esfera e 6 delas com esferas de Bonner. Em seguida a fonte de $^{241}\text{AmBe}$ foi inserida em uma esfera de 40 cm de diâmetro comportando em seu interior água destilada. Buscando assim tornar as medidas o mais próximo possível da realidade dos trabalhadores envolvidos com fontes de nêutrons [4].

O espectro de nêutrons gerado é oriundo das contagens obtidas para cada uma das esferas do EMB, cujo resultado é normalizado para um valor de referência (Lemos, 2009) e posteriormente deconvoluído utilizando o método de redes neurais para a aquisição de demais

valores como fluência, equivalente de dose, energia média, entre outros [6].

O cálculo da fluência em energia para a fonte estudada, considerando as condições anteriormente citadas, foi realizado utilizando um programa criado pelo próprio laboratório. Por meio deste programa, foi possível chegar à construção dos espectros da fonte e demais informações apresentadas nos resultados.

O programa trabalha com 84 bins de energia que são distribuídos entre $1,0 \times 10^{-9}$ até $2,0 \times 10^{+1}$ MeV. Após o processo de deconvolução são gerados valores de energia diretamente relacionados à fonte em estudo, para cada um dos 84 bins. Desta forma é estruturado o espectro e determinado demais características de uma fonte de nêutrons pertencente ao LN.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levando em consideração os resultados obtidos, é possível observar a redução em determinados parâmetros como energia média, taxa de fluência e equivalente de dose individual $H_p(10)$, Tabela 1. Pode-se observar também uma atenuação no espectro, na faixa epitérmica, demonstrando o processo de moderação no espectro que ocorre devido à interação entre os nêutrons emitidos pela fonte e os átomos de hidrogênio presentes na água, Figura 1.

Tabela 1: Parâmetros determinados por meio da deconvolução do espectro da fonte de $^{241}\text{AmBe}$ nua e moderada em água.

	Energia Média E (MeV)	Taxa de Fluência $\phi'(d)$ (n.cm ⁻² .s ⁻¹)	Taxa Eq. de Dose Individual $H'_p(10,0)$ (μSv.h ⁻¹)
$^{241}\text{AmBe}$	4.16 ± 0.21	2.88E+02 ± 1.4E+01	4.45E+02 ± 2.2E+01
$^{241}\text{AmBe} + \text{H}_2\text{O}$	2.71 ± 0.14	7.95E+01 ± 4.0E+00	9.01E+01 ± 4.5E+00

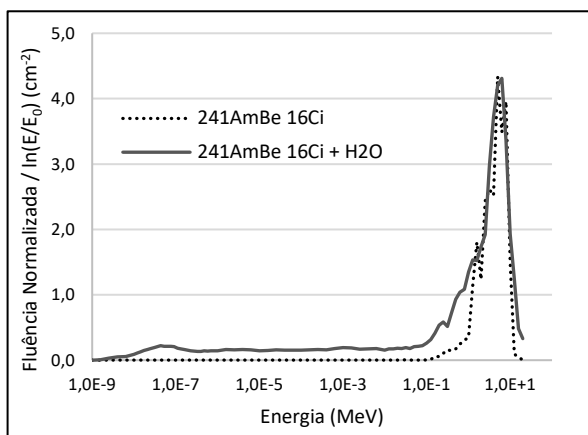


Figura 1: Espectros das fontes de $^{241}\text{AmBe}$ e $^{241}\text{AmBe} + \text{H}_2\text{O}$.

4. CONCLUSÕES

Conforme os resultados apresentados, é possível constatar a importância do estudo de espectros para fontes de nêutrons moderadas em água devido ao aumento da incidência de nêutrons com baixa energia, ocasionando diferenças na absorção de radiação pelo corpo do trabalhador que manipula o material radioativo, que podem levar a erros na determinação da dose absorvida.

5. REFERÊNCIAS

[1] PERKS, C. A., 1993, The Karlsruhe TLD Service for Albedo Neutron Dosimetry. In: Oberhofer, M., Scharmann, A. (eds), Techniques

and Management of Personal Thermoluminescence Dosimetry Services, Brussels and Luxembourg, Kluwer academic Publishers.

[2] FREITAS, B. M. Estudo da contribuição de espalhamento na determinação do valor do equivalente de dose individual para irradiações de monitores individuais de nêutrons em fontes de $^{241}\text{AmBe}$ no salão de baixo espalhamento do laboratório de nêutrons do laboratório nacional de metrologia das radiações ionizantes. Monografia, UFRJ/COPPE, Brasil, 2012.

[3] EXLINE, P. R. Characterization of Modified Neutron Fields with Americium-Beryllium and Californium-252 Sources. M. Sc. Thesis. Georgia Institute of Technology. EUA, 2011.

[4] PIOCH, C. et al. Calibration of a Bonner Sphere Spectrometer in Quasi-monoenergetic Neutron Fields of 244 and 387 MeV. JINST, 2011.

[5] AZA, E. et al. A Bonner Sphere Spectrometer for Pulsed Fields. Radiat. Prot. Dosim. Vol. 168, No 2, pp. 149-153. 2016.

[6] LEMOS JUNIOR, R. M. Desdobramento de Espectros de Nêutrons Utilizando o Método de Monte Carlo e Redes Neurais. Tese, UFRJ/COPPE, Brasil, 2009.