

# Verificação da resposta em Equivalente de Dose Ambiente $H^*(10)$ dos Monitores de Área para Nêutrons Projetados para Medir MADE ( $H_{MADE}$ ).

Juan Fiorini Rodrigues da Silva e Karla Cristina de Souza Patrão  
Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD

## INTRODUÇÃO

O Laboratório de Nêutrons (LN), integrante do Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), foi criado em 1973 e é responsável pela calibração de monitores de área para nêutrons no país[1], calibrando por ano cerca de trezentos instrumentos.

Reconhecendo a necessidade de fortalecer o uso da grandeza operacional no país, o LN com o presente trabalho, pretende conhecer a resposta em equivalente de dose ambiente dos instrumentos projetados para medir MADE que estão em uso atualmente no Brasil.

## OBJETIVO

Implantar a grandeza Equivalente de Dose Ambiente  $H^*(10)$  na calibração dos monitores de área para nêutrons no LN.

## METODOLOGIA

Calibração é a determinação quantitativa, sob um conjunto de condições de teste padrão, da leitura indicada pelo monitor em função do valor da grandeza a ser medida. Os monitores de área são calibrados no LN de acordo com a norma internacional ISO 8529:3[2].

Os monitores de área são calibrados em um campo de nêutrons com a distribuição de energia da taxa de fluência conhecida, produzida por uma fonte de AmBe. Esta fonte foi calibrada no próprio LN em um sistema de padronização primária (Banho de Sulfato de Manganês) [3].

Os monitores de área utilizados neste trabalho foram calibrados pela equipe do LN inicialmente na grandeza MADE. Posteriormente a calibração, os monitores foram expostos novamente em um campo referenciado a grandeza equivalente de dose ambiente  $H^*(10)$ , para que então pudéssemos avaliar sua resposta a esta grandeza.

## RESULTADOS

Foram utilizados cinco monitores de radiação, quatro modelo Ludlum 12-4, modelo mais utilizado no Brasil, no qual corresponde a mais de 46% dos 457 monitores cadastrados no banco de dados do LN, e um medidor de radiação modelo Nuclear Enterprise NM2.



Figura 1 – Monitor de área Ludlum 12-4

Na Tabela 1 e na Figura 2 utilizamos como exemplo os resultados obtidos para um monitor de área modelo Ludlum 12-4. Os resultados a seguir apresentam incerteza

expandida para 95,45% e fator de abrangência (k) igual a 2 de acordo com a ISO GUM [4].

Tabela 1 – Equivalente de dose referenciados em H\* e em MADE.

Referencia em MADE ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Referencia em H* ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Erro ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Desvio %
22 $\pm$ 2,1	22 $\pm$ 3,2	0,6	2,7
53 $\pm$ 4,6	57 $\pm$ 5,3	4	7,0
83 $\pm$ 7,1	83 $\pm$ 5,4	3,4	4,3
200 $\pm$ 19	200 $\pm$ 22	8	4,2
500 $\pm$ 46	476 $\pm$ 23	24	5,0
766 $\pm$ 74	742 $\pm$ 54	24	3,2
2000 $\pm$ 214	1980 $\pm$ 200	20	1,0
5200 $\pm$ 618	5400 $\pm$ 480	200	3,7

As incertezas obtidas são equivalentes para H\* e H<sub>MADE</sub>. A terceira e quarta coluna nos mostram respectivamente, o erro e o desvio percentual.

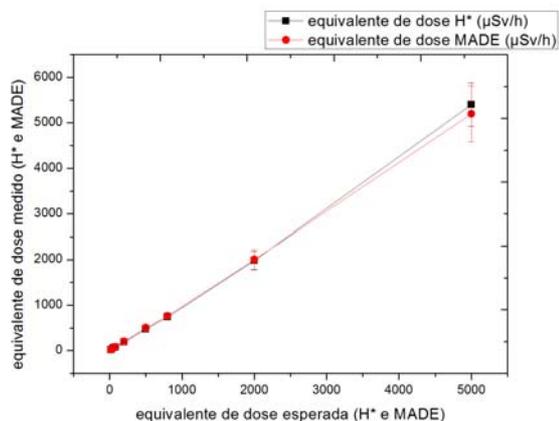


Figura 2 – Gráfico do equivalente de dose esperado em função do equivalente de dose medido.

## CONCLUSÕES

Após a análise dos dados coletados, estima-se que o LN poderá calibrar monitores de área para nêutrons do modelo Ludlum 12-4 e Nuclear Enterprises NM2 em equivalente de dose ambiente H\*(10), não necessitando nenhum tipo de ajuste. No

próximo período outros modelos também deverão ser testados para que a implantação da grandeza equivalente de dose ambiente seja totalmente avaliada.

Desta forma, espera-se que com a implantação do equivalente de dose ambiente, obtenham-se benefícios nas avaliações de dose utilizadas para proteção dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e do público em geral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://ln.ird.gov.br/>
- [2] ISO/IEC 8529:3, Reference Neutron Radiation – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of energy and angle of incidence, 1996.
- [3] (Pereira, 2005) PEREIRA, W. W. ; FONSECA, E. S. ; LEITE, J. O. ; PATRAO, K. C. S. . Metrologia de Nêutrons no Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes. Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 7, p. 113-119, 2005
- [4] INMETRO. ISO GUM “Guia para expressão da incerteza de medição”. Brasil, 1998.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Este trabalho tem apoio financeiro do CNPq/PIBIC/CNEN.