



Caracterização de Campos de Nêutrons Térmicos para a Calibração de Monitores de Nêutrons em Termos da Grandeza Equivalente de Dose Ambiente H^* (10,0)

L. P. S. da Silva^{1,2},
S. S. Fernandes², K. C. S. Patrão², e W.
W. Pereira²

¹larissapaizante@poli.ufrj.br,
Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ
Av. Athos da Silveira Ramos, 149
Cidade Universitária
21941-450, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
²simonesilvafernandes@gmail.com
karla@ird.gov.br,
walsan@ird.gov.br,
Laboratório Nacional de Metrologia das
Radiações Ionizantes – LNMRI/IRD
Av. Salvador Allende, s/n
22783-127 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1. Introdução

Devido ao aumento da procura por calibração de medidores de nêutrons, faz-se necessária a padronização de novos campos para suprir a necessidade destes instrumentos utilizados em indústrias e serviços hospitalares, com a garantia do controle de seus parâmetros metrológicos. Em vista disso, o Laboratório de Metrologia Nêutrons (LN) projetou uma instalação com fluxo de nêutrons térmicos (FT2) para a padronização relativa na calibração de monitores de nêutrons e dosímetros individuais.

A caracterização dos campos de energia térmica de nêutrons nos pontos usuais de calibração é uma das recomendações da Organização Internacional de Normatização ISO 8529, 2001 para intercomparação internacional das medições de fluência de nêutrons. A determinação do equivalente de dose ambiente da nova instalação foi estimada com base em um padrão secundário de transferência conhecido internacionalmente como Long Counter e devidamente caracterizado e rastreado ao padrão primário do LN.

A nova instalação FT2 produz um campo de nêutrons térmicos produzidos por freamento e termalização dos nêutrons em material moderador (grafite e parafina) e encontra-se na faixa de energia abaixo de 0,5eV. O estudo do espectro de emissão e a energia média produzida pelo FT2 foi feito por Astuto. A [1]. E a resposta do sistema de detecção Long Counter ou padrão secundário de equivalente de dose foi estudada por Fernandes [4].

2. Metodologia

Para o registro das medições com o padrão secundário de fluência de nêutrons (LC), a eletrônica utilizada corresponde à associação de um computador com um software para o registro das taxas de contagem e tempo morto, intitulado Genie2000 (Gamma acquisition), conectado a um analisador multicanal e a um pré-

amplificador ligado ao detector de nêutrons.

2.1. *Long Counter Design* e Características

O detector *Long Counter* (LC) é um medidor padrão secundário de fluência de nêutrons do laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes LNMRI [4], [5]. Este dispositivo é muito utilizado em laboratórios internacionais de referência como o Laboratório Nacional da Física (NPL) e o Instituto de Radioproteção e Segurança Nuclear (IRSN).

Suas estruturas internas consistem em um tubo detector preenchido com gás BF₃ com dimensões de 288 mm de comprimento e 38,2 mm de diâmetro externo, fabricado pela Centronic Ltd. O tubo detector é coberto por um cilindro de polietileno de alta densidade e, sobre este, um segundo cilindro de parafina borada recobre o conjunto com a finalidade de minimizar a incidência lateral de nêutrons espalhados no ambiente. Este conjunto de cilindros concêntricos está contido em uma capa cilíndrica de alumínio de forma a evitar deformações da parafina borada e do polietileno. Além da parafina borada, também é possível impedir a incidência direta de nêutrons térmicos, provenientes do meio, no tubo detector, acrescentando uma folha de cádmio na face frontal do LC [4].

2.2. Sistema de Fluxo Térmico Padrão: Design e Características

2.2.1. Fluxo Térmico Padrão

A instalação do Fluxo térmico possui a forma de um cubo com 1,2 x 1,2 x 1,2 m³ sobre uma plataforma de aço distante cerca de 50 cm do piso. Uma câmara central com 10 x 10 x 10 cm³, situada no centro da pilha, é conectada ao exterior por meio de um canal (10 x 10 x 55 cm³) [1].

As fontes de radionuclídeos utilizadas no arranjo estão localizadas dentro de pilhas constituídas por blocos de parafina, com adição de blocos de grafite de elevado grau de pureza e consistem em quatro fontes de ²⁴¹Am-Be (amerício berílio), cada uma com 596 GBq, para se obter um campo central com uma fluência de nêutrons térmicos homogênea para fins de calibração.

2.2.2. Aplanador

O Aplanador é um filtro de polietileno composto por 29 discos com diâmetros variando entre 5 e 34 cm. Ele é utilizado a fim de homogeneizar a captura dos dados.

2.3. Medidas

Um campo de radiação é caracterizado por uma grandeza radiométrica, independente do tipo de radiação emitida (ATTIX, F.H., 1986). A taxa de fluência (φ) para as medições de um campo de nêutrons térmicos é avaliada neste trabalho. Ela é definida como a razão entre a taxa de contagem registrada pelo sistema de medição padrão secundário e a resposta do sistema.

Uma vez efetuada a medição, calcula-se a taxa de contagem (C) que é dada por

$$\frac{Mt(ctg)}{t(s)} \quad (1)$$

Logo em seguida, é realizado o cálculo da taxa de fluência de nêutrons (φ)

$$\frac{C}{R_{\varphi}} \quad (2)$$

Em que R_φ é a resposta do sistema de medição, que geralmente varia com a energia e a distribuição direcional dos nêutrons incidentes [4].

A primeira etapa de medição foi realizada com o *Long Counter* (LC), posicionado em frente ao sistema, com o centro da sua face frontal alinhado ao eixo do canal central. Esse arranjo experimental obedece às seguintes combinações:

- Medições com aplanador, onde o dispositivo é posicionado no campo térmico de modo a avaliar a leitura em função da distância, coletado um conjunto de medições com e sem folha de cádmio, para cada distância, entre 20 e 240 cm. Foram realizadas cinco leituras para cada posição.

- Medições sem aplanador, onde o dispositivo é posicionado no campo térmico de modo a avaliar a leitura em função da distância, coletado um conjunto de medições com e sem folha de cádmio, avaliando as mesmas condições do arranjo com aplanador.



Figura 1: Medição com o LC nas instalações da unidade padrão de fluxo de nêutrons térmicos, FT2, do LNMRI/IRD

Em seguida, calcula-se a média de cada tipo de medição, comparando seus resultados

3. Resultados e Discussão

As medidas foram realizadas com o LC, com o espectrômetro e alcançaram resultados em concordância com os valores de equivalente de dose ambiente, encontrados nas Figuras 2, 3 e 4.

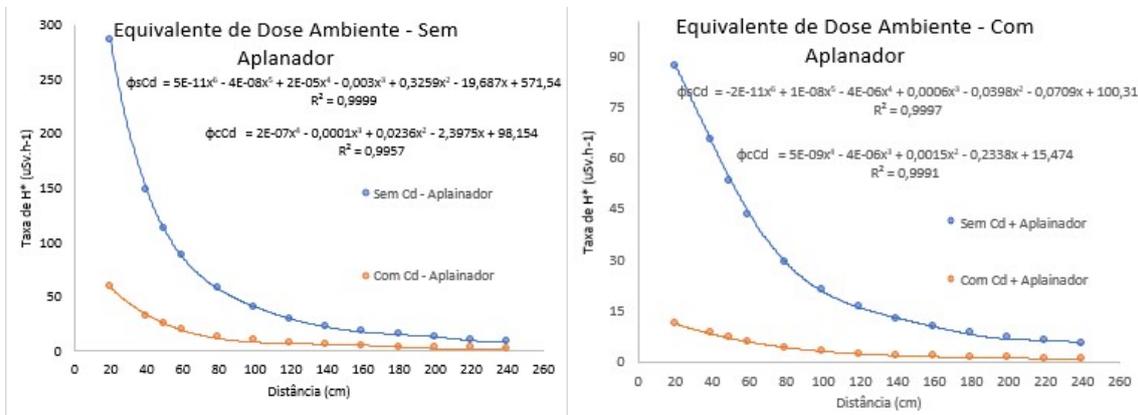


Figura 3 : Gráfico Equivalente de dose ambiente média com Aplanador.

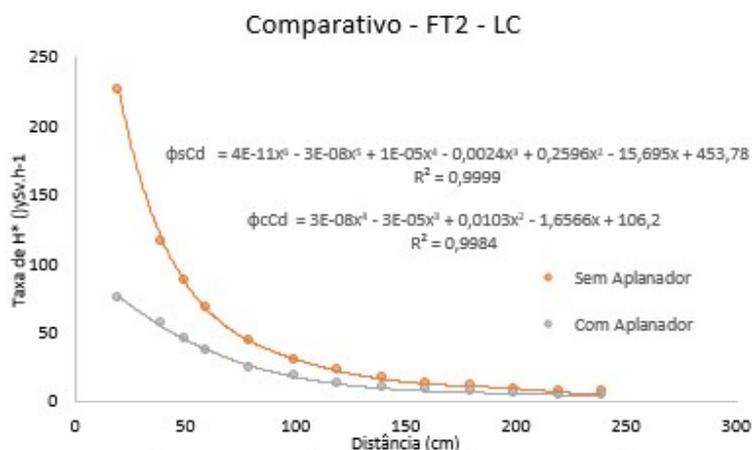


Figura 4 : Gráfico Equivalente de dose ambiente média com e sem Aplanador

4. Conclusão

As curvas obtidas poderão ser utilizadas para caracterizar os campos de fluência e equivalente de dose em função da distância da face do térmico ao ponto de medição. Além disso, é esperado nos trabalhos futuros, aferir a reprodutibilidade avaliando vários conjuntos de medições.

Agradecimentos

Agradeço ao IRD e ao Laboratório de Metrologia de Nêutrons (LN), aos meus orientadores e ao Cnpq.

Referências

- [1] A. Astuto, “Desenvolvimento de um sistema de irradiação com nêutrons térmicos para a calibração de monitores”, *D. Sc.*, Brasil (2016).
- [2] International Rules for completing the CMC Tables for Ionizing Radiation, 6th ed., St. (2010).
- [3] (ISO, 2001), “Characteristics and Methods of Production”, International Organization for Standardization, ISO-8529-1. Neutron Reference Radiation - Part 1, Switzerland).
- [4] S.S. Fernandes, “Caracterização de um Detector Tipo Long Counter como Padrão Secundário para medição de Fluência de Nêutrons”, *D. Sc.*, Brasil (2019).
- [5] L. P. S da Silva, F.S. Silva, E.S. Fonseca, K.C.S. Patrão, A. Astuto and W.W. Pereira. Characterizations of thermal for neutron &elds for personal dosimeters calibration in terms of personal equivalent dose $H^*(10)$. 2017 International Nuclear Atlantic Conference, Brazil
- [4] L. P. S da Silva, K.C.S. Patrão e W.W. Pereira. Caracterização de campos de nêutrons térmicos para calibração de monitores de área em termos da grandeza equivalente de dose ambiente $H^*(10)$. XV Seminário Anual - PROBIC, Brazil