

Caracterização dos feixes de ^{60}Co e ^{137}Cs do Irradiador Shepherd 81 – 14D do LNMRI/IRD em Radioproteção.

Da Silva, C.N.M.¹; Cabral, T.S.¹

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria

E-mail: cosme@ird.gov.br

Resumo: O objetivo do presente trabalho é a caracterização dos feixes de ^{60}Co e ^{137}Cs do Irradiador Shepherd 81-14D adquirido pelo Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (LNMRI/IRD), para aplicação na calibração de instrumentos para medição de radiação gama na grandeza Kerma no ar e Equivalente de dose ambiental, irradiação de filmes e TLD's. Foram realizadas medições da homogeneidade do campo gerado, cálculo do tempo de entrada e saída da fonte e o comissionamento das fontes.

Palavras-chave: kerma no ar, Equivalente de dose ambiental, irradiador, radioproteção.

Abstract: The objective of this work is the characterization of ^{60}Co beams and the ^{137}Cs irradiator Shepherd 81-14D acquired by the National Metrology Laboratory of Ionising Radiation of the Institute of Radiation Protection and Dosimetry (LNMRI/IRD), for use in calibration of measuring instruments of gamma radiation in air kerma and ambient dose equivalent, irradiation of films and TLD's. Field homogeneity measurements were carried out, calculated input and output time of the source and commissioning of sources.

Keywords: air kerma, irradiator, radioprotection, ambient dose equivalent.

1. INTRODUÇÃO

As atividades do Laboratório de Calibração de Monitores de Radiação, LCMR, iniciaram na década de 70.

Atualmente, o LNMRI/IRD adquiriu um irradiador Shepherd 81-14D com fontes de ^{137}Cs com atividade de 54 Ci e ^{60}Co com atividade de 5 Ci. Juntamente com o irradiador foi adquirido o sistema de segurança e um sistema manual com 4 filtros cujo objetivo é de atenuar os feixes e conseguir taxas mais baixas para calibração de instrumentos.

Para se realizar ensaios de calibração, devem ser implantados campos padronizados. Isto é realizado através da instalação de fontes de radiação de diferentes intensidades e energias como as existentes no irradiador Shepherd. No sistema as fontes são acionadas por controle remoto. Para os ensaios de calibração será utilizado o sistema posicionador já existente no laboratório. O feixe de radiação foi alinhado ao longo do eixo do sistema de posicionamento com suporte para colocação dos instrumentos a serem calibrados, figura 1.

Além disso, o laboratório possui um padrão de medição calibrado, de características e desempenho adequados, a fim de garantir a rastreabilidade das medições na calibração dos instrumentos a serem calibrados.

O trabalho concentrou-se na montagem do sistema de medição irradiador e posicionador, figura 1, testes como tempo de abertura e fechamento do shutter, homogeneidade e tamanho do campo, no comissionamento dos feixes para as diferentes fontes e calibração da câmara LS10 para medições de baixas taxas.



Figura 1. Irradiador Shepherd 81-14D e o sistema posicionador

1.1. Montagem do Setup

Para alinhar o feixe de radiação em relação aos trilhos foram utilizados dois lasers: um fixo no Irradiador no centro do feixe, figura 2, e o outro perpendicular ao feixe para o posicionamento dos instrumentos.



Figura 2. Laser posicionado na frente da abertura do feixe e filtros.

Uma vez alinhado o feixe, deve-se montar o sistema de medição completo. Este consiste do painel de controle do irradiador, eletrômetro Keithley modelo 6517B, monitor de controle,

termômetro, barômetro, higrômetro e câmara de ionização padrão calibrada.

1.2. Padrão de Referência

A câmara padrão, calibrada no Physikalish-Technische Bundesanstalt (PTB – Germany) em junho de 2013, utilizada foi uma câmara de ionização NE 2575C #507 de volume 600 cc e com uma tensão de polarização de 250 V. A estabilidade de longo prazo da C.I. é de 0,5%

Após a realização dos testes confirmando seu funcionamento, calibrou-se a câmara LS10 da PTW número de série 89003 (certificado LNMRI 0325/2015 em julho de 2015), versus a câmara ionização padrão. Os coeficientes de calibração calculados podem ser observados na tabela a seguir.

| Câmara/série | Coeficientes de Calibração | | Grandeza/unidade |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | Cs-137 | Co-60 | |
| LS10/89003 | $3,166 \times 10^3 \pm 2,7\%$ | $2,721 \times 10^3 \pm 2,6\%$ | $k_{air} [Gy \cdot C^{-1}]$ |

2. TEMPO DO SHUTTER

Neste sistema foi necessário o cálculo do tempo de entrada e recolhimento da fonte, pois este terá influência na irradiação de filmes, amostras e etc.

Para este cálculo se utilizou a expressão:

$$I = \frac{M_I}{T_I - \varepsilon} \quad (1)$$

Onde:

M_I Média das leituras de carga

T_I Tempo fornecido pelo irradiador

ε Tempo de entrada e saída da fonte

O valor de ε calculado foi -1,2 s.

3. TAMANHO E HOMOGENEIDADE DO CAMPO

Os dados de medida de corrente com a câmara de ionização da PTW TK30 evidenciam que o diâmetro do campo é de 58 cm. O diâmetro da câmara padrão NE 2575C é de aproximadamente

13 cm. Assim a não uniformidade do campo na região ocupada pelo volume sensível da câmara na distância de referência de 100 cm é de 1,0%. A irradiação simultânea de vários monitores individuais a distância de 100 cm da fonte, não deve cobrir um diâmetro superior à 20 cm, que corresponde a aproximadamente a curva de isodose de 98%, em relação a dose no centro do campo.

4. COMISSIONAMENTO DAS FONTES

A determinação do valor verdadeiro convencional (VVC) da grandeza de interesse em função da distância da fonte é feita por meio de dosimetria do feixe, utilizando para isso uma câmara de ionização apropriada calibrada em termos da grandeza kerma no ar. A dosimetria do feixe pode ser efetuada com o propósito de comissionamento do arranjo experimental ou para verificação rotineira do rendimento das fontes. A dosimetria para comissionamento das fontes é realizada antes de colocar o sistema de irradiação operacional.

A grandeza de medição do padrão de referência é o kerma no ar e a partir do kerma no ar são derivadas todas as demais grandezas operacionais de radioproteção.

4.1 Modelo

No presente trabalho, foi utilizado o procedimento já bem estabelecido no LMNRI que é a “Dosimetria das fontes radioativas da radioproteção”.

A partir da determinação da taxa de kerma em vários pontos é realizado um ajuste não linear obtendo a expressão (2) que fornece a distância em função da taxa de kerma.

$$y = a x^b \quad (2)$$

onde,

X é a taxa de kerma no ar e

y é a distância

a e b são parâmetros de ajuste da curva de potência.

4.2 – Medições e Tratamento de Dados

Na dosimetria para comissionamento da fonte de radiação, as medidas foram realizadas a partir de 1,0 m com acréscimos de 0,50 m até a distância de 4,0 m para cada uma das fontes estudadas. A câmara de ionização foi posicionada no plano horizontal que passa pelo centro geométrico do feixe, com a ajuda dos lasers, figura 3.



Figura 3. Câmara de ionização posicionada.

Selecionada a fonte inicia-se a irradiação da câmara. Faz-se então a aquisição automática de dados de tempo, carga, pressão, temperatura e humidade através de um programa computacional desenvolvido em “LABVIEW”. Este processo foi repetido dez vezes consecutivas para cada distância.

A leitura média é obtida por meio da razão entre a leitura de referência e o tempo. Essa leitura média foi corrigida para temperatura e pressão de referência. O processo foi repetido para cada fonte e com diversas combinações de filtros.

5. RESULTADOS

Os gráficos apresentados a seguir, mostram as curvas com os valores obtidos, para as fontes de ^{137}Cs e ^{60}Co , também pode se observar as curvas ajustadas pelo método dos mínimos quadrados e os valores dos parâmetros.

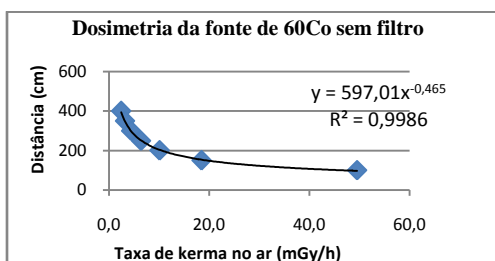


Figura 4. Curva referente a dosimetria do campo gerado pela fonte de ^{60}Co sem filtro.

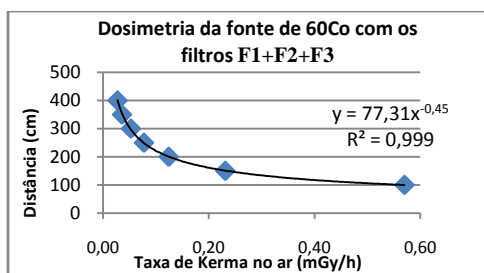


Figura 5. Curva referente a dosimetria do campo gerado pela fonte de ^{60}Co com filtros F1+F2+F3.

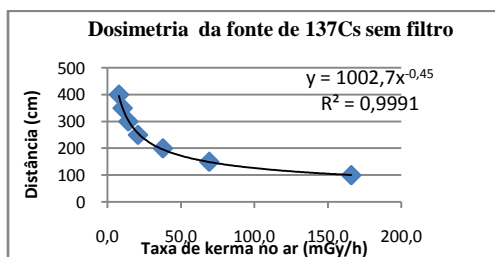


Figura 6. Curva referente a dosimetria do campo gerado pela fonte de ^{137}Cs sem filtro.

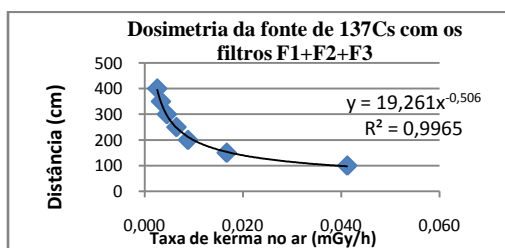


Figura 7. Curva referente a dosimetria do campo gerado pela fonte de ^{137}Cs com filtros F1+F2+F3.

Foram realizadas medidas sem filtro e com as seguintes configurações de filtros F1, F1+F2, F1+F2+F3 e F1+F2+F3+F4, o que deu um alcance para a fonte de cobalto de uma taxa de kerma no ar máxima de 49,5 mGy/h e mínima de

19,5 $\mu\text{Gy/h}$ e para fonte de césio, uma taxa máxima de 167,6 mGy/h e mínima de 2 $\mu\text{Gy/h}$.

6. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos caracterizando os campos gerados pelas fontes de ^{137}Cs e ^{60}Co do novo irradiador da Shepherd 81-14D será possível a utilização do sistema para calibração de instrumentos de medir radiação gama e para irradiações. Posteriormente, o estudo da radiação espalhada na sala e o background deverão ser mais trabalhados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o financiamento do SIBRATEC na calibração das câmaras de referencia no PTB, assegurando a rastreabilidade do LNMRI/IRD.

5. REFERÊNCIAS

- [1] ISO-4037-1:1996- X and Gama Reference Radiations for Calibration Dosemeters and Doserate meter and for Determining their Response as a Function of Photon Energy- Part1: Radiation Characteristics and Production Methods
- [2] ISO-4037-2 "X and Gamma Reference Radiation for Calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the energy ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to 9 MeV."
- [3] Radioactive half-lives - Table of recommend values: <http://www.nucleide.org/NucData.htm>
- [4] VIM/INMETRO "Vocabulário Internacional de termos Fundamentais e Gerais de Metrologia".