

**ESTABELECIMENTO DO CAMPO DE RADIAÇÃO DE ^{137}Cs
PARA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS***

Maria da Penha P. Albuquerque, Linda V.E. Caldas e Marcos Xavier

RESUMO

Para o estudo da dependência energética dos dosímetros clínicos, sistemas constituídos por câmaras de ionização acopladas a eletrômetros especiais, muitas vezes surge a necessidade de sua calibração com radiação gama de ^{137}Cs . É necessária, neste caso, a caracterização do campo de radiação. A fonte utilizada apresenta uma atividade de 38,8 TBq e faz parte do Laboratório de Calibração do IPEN. Foram utilizados filmes dosimétricos, filmes de gamagrafia, câmaras de ionização e "phantoms" de Lucite para a determinação do campo de radiação. À distância normal de calibração, 80 cm (distância fonte-detector), a homogeneidade num campo de 10 x 10 cm² apresentou-se igual a 68%.

ESTABLISHMENT OF ^{137}Cs RADIATION FIELDS FOR INSTRUMENT CALIBRATION

ABSTRACT

In order to study the energy dependence of clinical dosimeters, systems constituted of ionization chambers connected to special electrometers, many times their calibration with the gamma radiation of ^{137}Cs is necessary. In this case, the radiation field characterization is fundamental. The source used presents an activity of 38,8 TBq and belongs to the Calibration Laboratory of IPEN. Dosimetric films, gammagraphy films, ionization chambers and Lucite phantoms were used. At the calibration distance, 80 cm (detector-source detection), the homogeneity of a 10 x 10 cm² radiation field was equal 68%.

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Calibração de dosímetros clínicos do IPEN possui um dosímetro padrão secundário, calibrado pelo National Physical Laboratory, Inglaterra, e duas unidades de teleterapia, sendo uma de ^{60}Co com atividade de 15 TBq e uma de ^{137}Cs com atividade de 38,8 TBq.

(*) Trabalho parcialmente apresentado na 40ª Reunião Anual da SBPC, 1988.

As atividades de rotina do laboratório são, normalmente, efetuadas utilizando-se a fonte de ^{60}Co . Contudo, tem-se observado um certo interesse em se utilizar a radiação gama de ^{137}Cs para o estudo da dependência energética de dosímetros clínicos, ou, ainda, para irradiações de amostras como, por exemplo, dosímetros termoluminescentes desenvolvidos pelo IPEN, ou sangue, para estudo de aberrações cromossômicas. Ademais, é de interesse do Laboratório de Calibração poder reproduzir ao máximo, as condições de irradiação dos usuários, e, apesar de poucos, existem ainda alguns serviços de Radioterapia que possuem Unidades de Teleterapia com fonte de ^{137}Cs . Portanto, torna-se necessária a caracterização dos campos de radiação gama obtidos com a unidade de teleterapia de ^{137}Cs , para que as solicitações recebidas pelo laboratório possam ser atendidas com o máximo de confiabilidade.

Foram utilizados filmes dosimétricos, filmes de gamagrafia e "phantoms" de Lucite para a determinação da homogeneidade do feixe. Para as medidas da taxa de exposição, foram utilizadas câmaras de ionização.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Unidade de Teleterapia de ^{137}Cs utilizada é do tipo CESAPAM-M, com atividade de 38,8 TBq.

Para um melhor alinhamento do equipamento foi instalada uma luneta na direção central do feixe de radiação.

Para a caracterização do feixe foram realizados os seguintes testes:

1 - Variação da taxa de exposição com a abertura dos colimadores e variação da distância fonte-câmara.

Dosímetro: Câmara de ionização Nuclear Enterprises Ltd., tipo dedal, modelo 2505/3, série 2080, acoplada ao eletrômetro Nuclear Enterprises Ltd., tipo Baldwin Farmer, modelo 2502/3, série 330.

2 - Determinação da homogeneidade do campo de radiação.

Dosímetros: a - Câmara de ionização Nuclear Enterprises Ltd., tipo dedal, modelo 2505/3, série 2019, acoplada ao eletrômetro já descrito no item acima, introduzida em um "phantom" de Lucite;

b - Filmes dosimétricos Agfa-Gevaert;

c - Filmes de gamagrafia Fuji-Film.

3 - Determinação da taxa de exposição, do tempo de abertura e fechamento da fonte e da taxa de exposição, considerando-se este tempo.

Dosímetro: Sistema padrão secundário, composto por uma câmara de ionização Nuclear Enterprises Ltd., tipo dedal, modelo 2561, série 158 e um eletrômetro Nuclear Enterprises Ltd., modelo, 2560, série 139.

PROCEDIMENTOS, RESULTADOS E DISCUSSÕES

A - Variação da taxa de exposição (\dot{X}) com a abertura dos colimadores.

A câmara de ionização foi posicionada a 88 cm da fonte e a abertura dos colimadores foi variada de $3 \times 3 \text{ cm}^2$ a $10 \times 10 \text{ cm}^2$. Várias medidas foram realizadas para cada abertura dos colimadores e os resultados obtidos são apresentados na Tabela I. Observa-se que para campos maiores, a taxa de exposição encontrada é maior.

B - Variação da taxa de exposição (\dot{X}) com a distância fonte-câmara.

Fixando-se a abertura dos colimadores em $5 \times 5 \text{ cm}^2$ e considerando-se que a distância fonte-colimador é 25,5 cm, variou-se a distância câmara-colimador entre 55 e 102,5 cm. Pode-se observar que os valores encontrados (Tabela II) seguem a lei do inverso do quadrado da distância.

TABELA I

Variação da taxa de exposição (\dot{X}) com a abertura dos colimadores

Distância fonte-detector : 88 cm

Abertura do colimador (cm ²)	\dot{X} (R/min)	\dot{X} mC/(kg.min)	\dot{X}/\dot{X} (10 x 10)
3 x 3	4,78	1,23	0,64
4,5 x 4,5	6,43	1,66	0,86
5 x 5	6,83	1,76	0,91
6 x 6	6,98	1,80	0,93
7 x 7	7,19	1,86	0,96
10 x 10	7,47	1,93	1,00

TABELA II

Variação da taxa de exposição (\dot{X}) com a distância fonte-câmaraAbertura dos colimadores: 5 x 5 cm²

Distância câmara-fonte (cm)	\dot{X} (R/min)	\dot{X} mC/(kg.min)
80,5	8,058	2,08
88,0	6,775	1,75
98,0	5,454	1,41
108,0	4,494	1,16
118,0	3,763	0,97
128,0	3,190	0,82

C - Determinação da homogeneidade do campo de radiação.

Inicialmente fixou-se a abertura dos colimadores em $3 \times 3 \text{ cm}^2$, em seguida colocou-se a câmara de ionização introduzida em um "phantom" de Lucite à distância normal de calibração, 80 cm da fonte à câmara ⁽³⁾, e variou-se a posição da câmara dentro do "phantom" na direção vertical e horizontal. Este método demonstrou uma homogeneidade de 68% num campo de $10 \times 10 \text{ cm}^2$, 89% num campo de $6 \times 6 \text{ cm}^2$ e 99% num campo de $2 \times 2 \text{ cm}^2$.

Para o segundo método, que consistiu na utilização de filmes dosimétricos e filmes de gamagrafia, manteve-se a máxima abertura dos colimadores ($10 \times 10 \text{ cm}^2$) para a garantia de maiores campos de irradiação. Foram usados 123 filmes dosimétricos dispostos de forma a cobrir todo o campo de radiação. Após as irradiações, tanto dos filmes dosimétricos quanto dos filmes de gamagrafia, as revelações foram efetuadas pelo Laboratório de Dosimetria Fotográfica do IPEN e as medidas da densidade óptica demonstraram uma homogeneidade acima de 90% num campo de $20 \times 20 \text{ cm}^2$ em ambos os casos.

D - Determinação dos valores de taxa de exposição (\dot{X}), e da influência do tempo de abertura e fechamento nesta taxa de exposição.

Através do controlador do tempo de abertura e fechamento da fonte, verificou-se que esta demora, em média, 11 segundos para se abrir totalmente. Portanto, para todas as medidas de taxa de exposição, foi dada uma pré-irradiação de aproximadamente cinco minutos, garantindo assim a não influência deste tempo nas medidas. Utilizando-se o dosímetro padrão secundário, foram realizadas medidas a duas distâncias diferentes. Os valores encontrados estão na Tabela III. À distância câmara-fonte de 96,5 cm, a taxa de exposição encontrada, 6,08 R/min ($1,57 \times 10^{-3} \text{ C}/(\text{kg} \cdot \text{min})$), fornece uma taxa de dose absorvida na água de aproximadamente 5,00 rad/min ^(1,2), valor adequado para algumas solicitações de irra-

TABELA III

Medidas de taxa de exposição real (\dot{X}) e considerando-se o tempo de abertura e fechamento da fonte, utilizando-se o dosímetro padrão secundário

Distância câmara-fonte (cm)	\dot{X} (R/min)	\dot{X} mC/(kg.min)	Exposição em 60 segundos (tempo de abertura = 11seg)	
			(R)	(mC/kg)
107,5	4,95	1,28	--	--
96,5	6,08	1,57	5,24	1,35

dições recebidas pelo Laboratório de Calibração do IPEN. Portanto, resolveu-se fixar esta distância para a medida da exposição, quando se leva em conta o tempo de abertura e fechamento da fonte, no caso da necessidade de tempos de irradiação menores. Para isso, foram realizadas várias medidas de apenas 1 minuto e a exposição encontrada foi de 5,24 R ($1,35 \times 10^{-3}$ C/kg), valor inferior à taxa de exposição encontrada em tempos maiores. Portanto, para todas as irradiações, deve-se sempre considerar que no primeiro intervalo de 1 minuto o valor de exposição será diferente daquele medido nos intervalos posteriores.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem aos colegas Letícia Lucente Campos e Luiz Antonio Ribeiro da Rosa pela leitura do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BURNS, J.E. Depth dose tables for use in radiotherapy. *Br.J.Radiol.*, 17 (Suppl.), 37-43, 1983.

2. **JOHNS, H.E. & CUNNINGHAM, J.R.** *The Physics of Radiology.* Springfield, Charles C. Thomas, Illinois, 1978.
3. **MANUAL de procedimentos para calibração de dosímetros clínicos.** Rio de Janeiro, Instituto de radioproteção e Dosimetria, CNEN, 1987.