

CALIBRAÇÃO DE UM APLICADOR DERMATOLÓGICO DE $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$

Mércia L. Oliveira e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Av. Lineu Prestes, 2.242
05508-900, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

Aplicadores dermatológicos de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ têm sido bastante utilizados nos tratamentos de lesões da pele. Mesmo tendo sido calibradas pelos fabricantes, as fontes radioativas utilizadas devem ser recalibradas periodicamente por laboratórios padrão. Trabalhos publicados por diversos autores mostraram discrepância entre as calibrações de aplicadores de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, realizadas pelo fabricante e por um laboratório padrão. São empregadas, nestes casos, câmaras de ionização de volume variável, as chamadas câmaras de extrapolação. Uma câmara de extrapolação, desenvolvida no IPEN para dosimetria da radiação beta, foi empregada na calibração de um aplicador dermatológico. Esta câmara de ionização mostrou desempenho satisfatório na detecção de partículas beta. O objetivo deste trabalho é estabelecer e aplicar um procedimento rotineiro na calibração de um aplicador dermatológico, baseado em trabalhos anteriores desenvolvidos nesta instituição.

Keywords: extrapolation chamber, beta radiation, dermatological applicator.

I. INTRODUÇÃO

Devido à baixa penetração na matéria, as fontes de radiação beta são utilizadas no tratamento de lesões superficiais, em tratamentos dermatológicos de câncer de pele, quelóides e cicatrizes hipertróficas. Neste caso, são utilizados aplicadores planos de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$. Além da fonte radioativa, posicionada na extremidade de uma haste metálica, os aplicadores possuem uma placa de acrílico que permite o seu manuseio seguro. O material radioativo é depositado sobre uma placa metálica e recoberto com uma fina camada de prata, que filtra as partículas beta menos energéticas do ^{90}Sr , que não são utilizadas terapêuticamente [1-3].

Processos inadequados de limpeza desgastam a camada de prata que recobre o material radioativo, alterando as características destas fontes [4,5]. Este fato, associado ao decaimento da fonte, torna de grande importância sua calibração periódica, determinando-se sua taxa de dose absorvida, a uniformidade do campo de radiação e a curva da dose absorvida em função da profundidade no tecido. Os hospitais não possuem geralmente a instrumentação necessária para a calibração periódica destas fontes nem dispõem dos protocolos referentes a esta calibração. Por outro lado, não existe no Brasil laboratórios que ofereçam este tipo de serviço.

A calibração de um aplicador clínico envolve um procedimento complexo, dificultado pelo alto gradiente de dose em função da distância, comparada às dimensões dos detectores de radiação [6]. As câmaras de extrapolação têm

sido os instrumentos recomendados para a calibração destas fontes [7], uma vez que satisfazem a dois requisitos importantes: pequeno volume de ar e pequena superfície coletora.

No Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN foi desenvolvida uma câmara de extrapolação própria para a calibração de aplicadores dermatológicos de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ [4,5].

O objetivo deste trabalho é estabelecer um procedimento simples e aplicá-lo para a calibração de aplicadores planos de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ utilizados em tratamentos dermatológicos.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A câmara de extrapolação utilizada neste trabalho, desenvolvida por Dias [4,5], possui eletrodo coletor de 3,0mm de diâmetro, janela de entrada de polietileno, com densidade superficial igual a $0,84\text{mg}/\text{cm}^2$ e área efetiva igual a 8,3mm.

A corrente de ionização foi medida com um eletrômetro programável Keithley, modelo 617.

Utilizou-se uma fonte padrão beta de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ (PTB) para a caracterização da câmara, cuja atividade atual é $1,11 \times 10^8 \text{Bq}$, calibrada em 04/02/1981 no Laboratório Padrão Primário da Alemanha, Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Um aplicador dermatológico de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ (Amersham), cuja atividade atual é $6,59 \times 10^8 \text{Bq}$, com

certificado inicial de calibração de 08/11/1968, foi objeto de estudo deste trabalho.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi feita a caracterização da câmara de extrapolação desenvolvida no IPEN. Nestas medidas, utilizou-se a fonte padrão de ⁹⁰Sr+⁹⁰Y. A geometria utilizada (distância entre fonte e câmara igual a 1cm e pequenas distâncias intereletródicas) foi escolhida de modo a se aproximar daquela a ser utilizada para a calibração dos aplicadores.

Curva de saturação. Para a obtenção da curva de saturação, utilizou-se uma distância intereletródica constante igual a 0,5mm. A tensão foi variada entre -100 e +100V. Esta curva está mostrada na Fig. 1. O campo de saturação, determinado a partir desta curva, é de 100V/mm. As incertezas associadas a estas medidas foram inferiores a 1%.

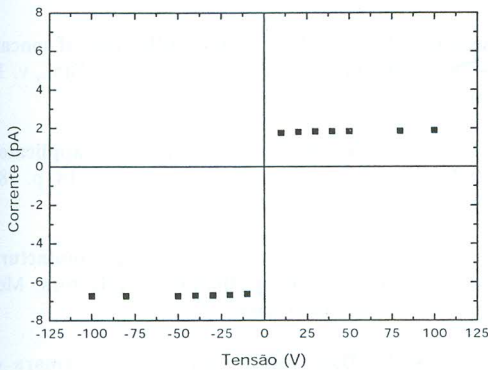


Figura 1: Curva de saturação da câmara de extrapolação, fonte de ⁹⁰Sr+⁹⁰Y (PTB), distância fonte-detector de 1,0 cm, distância intereletródica de 0,5mm e campo elétrico de 100V/mm

Eficiência de coleta de íons. A eficiência de coleta de íons pode ser determinada por meio da curva da corrente de ionização média em função do inverso da raiz quadrada da tensão aplicada, mostrada na Fig.2. A Tab. 1 mostra o valor da eficiência para cada valor de tensão utilizado. O desvio padrão associado a estas medidas foi inferior a 1%.

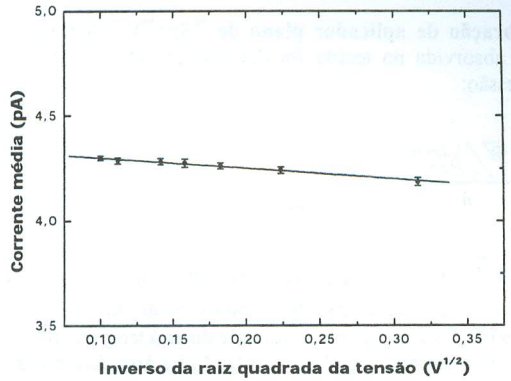


Figura 2: Curva da corrente de ionização média em função do inverso da raiz quadrada da tensão aplicada à câmara de extrapolação.

TABELA 1. Eficiência de coleta de íons da câmara de extrapolação, fonte de ⁹⁰Sr+⁹⁰Y, distância fonte-detector de 1,0 cm.

Tensão (V)	Eficiência de coleta
10	0,963
20	0,975
30	0,980
40	0,983
50	0,985
80	0,988

Curva de extrapolação. Foi obtida uma curva de extrapolação (Fig. 3) para distâncias intereletródicas entre 0,5 e 1,0mm. O campo elétrico foi mantido constante igual a 100V/mm. Extrapolando-se esta curva para o valor zero de corrente, determinou-se a profundidade nula real da câmara: -0,14 mm. A máxima incerteza associada a estas medidas foi 1,01%.

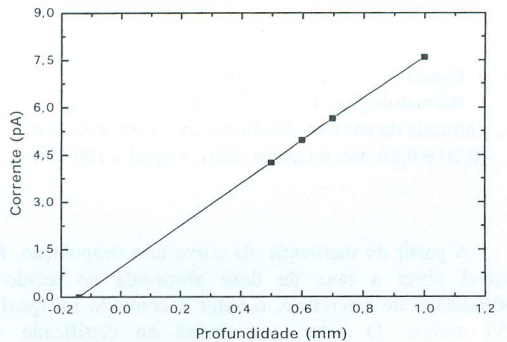


Figura 3: Curva de extrapolação para distâncias intereletródicas entre 0,5 e 1,0 mm, para a radiação beta de ⁹⁰Sr+⁹⁰Y, distância fonte-detector de 1,0 cm.

Calibração de aplicador plano de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$. A taxa de dose absorvida no tecido foi determinada [4] a partir da expressão:

$$\dot{D}_t = \frac{\left(\overline{W}/e\right)_{\text{tecido}}}{\tilde{n}A_{ef}} \left(\frac{\dot{A}I_c}{\dot{A}d}\right)_{d \rightarrow 0} K_{brem}T, \quad (1)$$

onde (\overline{W}/e) é a energia média em joules necessária para produzir 1C de carga de mesmo sinal no ar seco ($333,97 \pm 0,05 \text{ JC}^{-1}$), ρ é a densidade do ar à temperatura e à pressão de referência ($1,197 \text{ kg/m}^3$), A_{ef} é a área do eletrodo coletor (8,3 mm), $\left(\frac{\dot{A}I_c}{\dot{A}d}\right)_{d \rightarrow 0}$ é a razão da variação da corrente com a distância entre os eletrodos, quando esta tende a zero, K_{brem} é o fator de radiação de *Bremsstrahlung* (0,9998) e T é o fator de transmissão para o tecido (1,005) [4].

A razão $\left(\frac{\dot{A}I_c}{\dot{A}d}\right)_{d \rightarrow 0}$ foi determinada a partir da inclinação da curva de extrapolação obtida para a câmara de extrapolação desenvolvida no IPEN e o aplicador plano de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ mostrada na Fig. 4. As incertezas associadas a estas medidas foram inferiores a 0,22%.

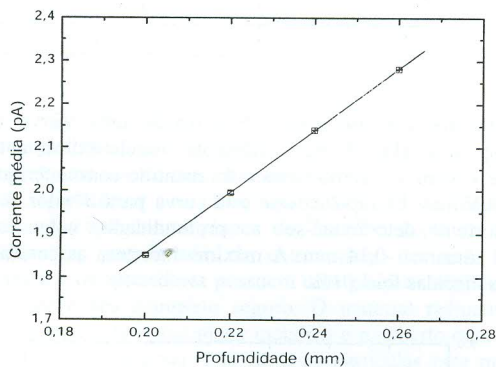


Figura 4: Curva de extrapolação para o aplicador dermatológico de $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ encostado à janela de entrada da câmara, distâncias intereletródicas entre 0,20 e 0,26 mm e campo elétrico igual a 100 V/mm.

A partir da inclinação da curva de extrapolação, foi possível obter a taxa de dose absorvida no tecido à profundidade de referência; o valor encontrado foi igual a 27,53 mGy/s. O valor que consta no certificado de calibração do aplicador, corrigido para a mesma data é de 26,20 mGy/s, o que fornece uma diferença percentual de 5,0%. Entretanto, o valor do certificado original apresenta uma incerteza associada de 20%. Desta forma, os resultados obtidos foram considerados altamente satisfatórios.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para a caracterização da câmara de extrapolação mostraram boa concordância com trabalhos anteriores [4,5].

A taxa de dose da absorvida no tecido, apesar de apresentar um desvio percentual de 5,0%, foi considerada satisfatória, levando-se em consideração o erro relativo à calibração pelo fabricante, que é de 20%.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer a colaboração técnica do Sr. Marcos Xavier, nos arranjos experimentais, ao Instituto de Radioterapia do ABC, Santo André, pelo empréstimo do aplicador dermatológico, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Soares, C. G. **A method for the calibration of concave $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ophthalmic applicators.** Phys. Med. Biol., v. 37, p. 1005-1007, 1992.
- [2] Soares, C. G. **Calibration of ophthalmic applicators at NIST: A revised approach.** Med. Phys. v. 18, p. 787-793, 1991.
- [3] Soares, C. G. **Comparison of NIST and manufacturer calibrations of $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ophthalmic applicators.** Med. Phys., v. 22, p. 1487-1493, 1995.
- [4] Dias, S. K. **Desenvolvimento de uma câmara de extrapolação como instrumento de referência para dosimetria da radiação beta.** São Paulo: 1996. Tese (Doutoramento)- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.
- [5] Dias, S. K.; Caldas, L. V. E. **Development of a extrapolation chamber for the calibration of beta-ray applicators.** IEEE Trans. Nucl. Sci., v. 45, p. 1666-1669, 1998.
- [6] Sayeg, J. A.; Gregory, R. C. **A new method for characterizing beta-ray ophthalmic applicator sources.** Med. Phys., v. 18, p. 453-461, 1991.
- [7] De Almeida, C.; Dewerd, L.; Järvinen, H.; Soares, C. **Guidelines for the calibration of low energy photon sources and beta-ray brachytherapy sources.** SSDL Newsletter, n. 43, p. 4-25, 2000.

ABSTRACT

$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ dermatological applicators are widely used in the treatment of skin lesions. Despite calibrated by the manufacturers, these sources must be re-calibrated periodically by standard laboratories. Articles published by different authors show the discrepancies between manufacturers and standard laboratories calibrations of $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ applicators. Ionization chambers with variable volume, named extrapolation chambers, are utilized for the calibration of such sources. An extrapolation chamber was developed at IPEN for the calibration of $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ dermatological applicators. This chamber shows a good performance in the detection of beta particles. The aim of this work is to establish and to apply a routine calibration procedure to a dermatological applicator, based on former work developed in this institution.