

*Iberian Latin American and Caribbean Regional Congress  
of Medical Physics (3.); Brazilian Congress of Medical Physics  
Rio de Janeiro, 26 a 29/09/2004.*

## **Características Pré-Operacionais de uma Mini-Câmara de Extrapolação desenvolvida no IPEN**

M.L. Oliveira e L.V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Comissão Nacional de Energia  
Nuclear, São Paulo, SP, Brasil

### **Resumo**

Uma mini-câmara de extrapolção foi desenvolvida no IPEN para calibrao de fontes de radiao beta de  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . As caractersticas pr-operacionais (curva de saturao, eficiencia de coleta de ions e efeitos de polaridade) desta cmarara foram determinadas e apresentaram resultados altamente satisfatrios.

**Palavras-Chave:** Cmarara de extrapolao, curva de saturao, eficiencia de coleta de ions, efeitos de polaridades.

### **Introduo**

As cmaras de ionizao s instrumentos que permitem a determinao da dose absorvida por meio da medida das cargas produzidas pela interao da radiao incidente com o gs presente no seu interior. Idealmente, toda a carga produzida no gs, resultado da interao com a radiao, deveria ser coletada. Quando isso ocorre, diz-se que a cmarara est saturada. O que ocorre, entretanto, que uma frao desta carga que perdida antes de ser coletada, devido aos efeitos de recombinao iônica. Este efeito tende a diminuir com o aumento da tenso de polarizao aplicada a cmarara [1].

Outro fenmeno que ocorre em cmaras de ionizao que o efeito de polaridade, que se observa ao mudar a polaridade da tenso aplicada a cmarara. Este efeito, atribudo a falta de equilbrio entre o nmero de eltrons que penetram no volume sensvel e que saem dele, depende das caractersticas geomtricas da cmarara e dos materiais que a constituem [2]. Para a radiao X, a diferena entre as cargas coletadas nas polaridades positiva e negativa da tenso deve ser menor que 1% [3]; para radiao beta no existe um limite estabelecido, mas que de consenso que a diferena entre as cargas coletadas para cada uma das polaridades da tenso seja maior que 1%.

Assim, faz-se necessrio o conhecimento de algumas caractersticas da cmarara (curva de saturao, eficiencia de coleta de ions e os efeitos da mudana de polaridade da tenso) para a determinao correta da dose absorvida no meio.

O objetivo deste trabalho foi determinar as caractersticas pr-operacionais da mini-cmarara de extrapolao desenvolvida no IPEN para dosimetria de fontes de radiao beta de  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ .

### **Materiais e Mtodos**

Foi utilizada a mini-cmarara de extrapolao desenvolvida no IPEN para calibrao de fontes de  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . Esta cmarara apresenta janela de entrada de poliéster aluminizado e corpo de alumnio. O anel de guarda e o eletrodo coletor s de acrílico grafitado, e a capa isolante, colocada entre os dois, que de politetrafluoroetileno (PTFE); a rea efetiva do eletrodo coletor que de  $1,68 \text{ mm}^2$ . A mini-cmarara que mostrada na Figura 1. Esta cmarara foi utilizada em conjunto com um eletrmetro Keithley, modelo 617, que permite variaes de 0,5 V na tenso aplicada a cmarara, nas polaridades positiva e negativa.

11079

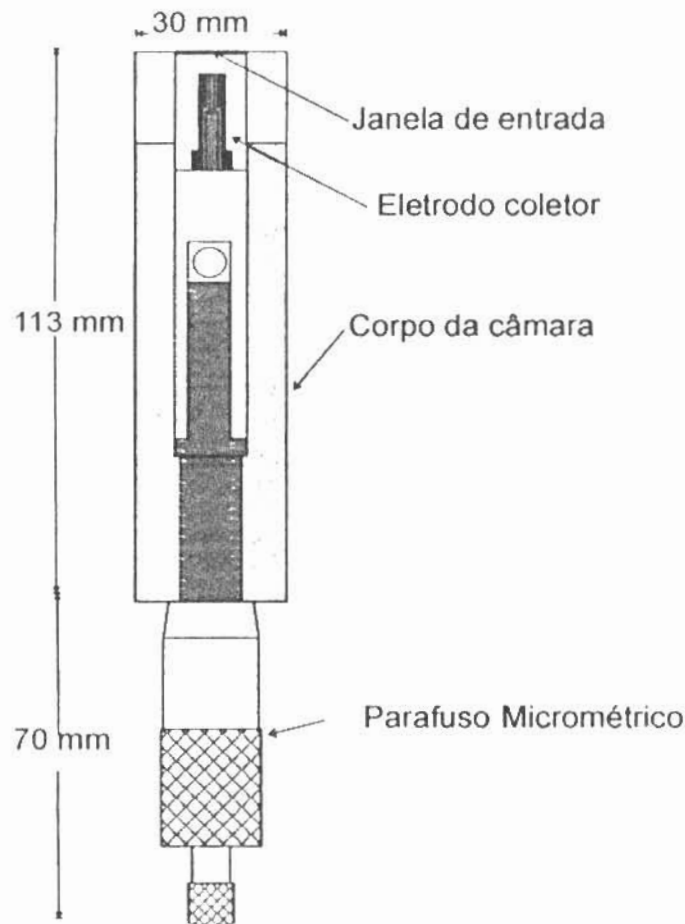


Figura 1: Mini-câmara de extrapolação desenvolvida no IPEN.

Foi utilizada uma fonte de controle de  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  (0,6 MBq, 2004), PTW, modelo 8921 em todas as experiências. Uma capa de acrílico foi confeccionada para garantir o posicionamento reprodutível da fonte em relação à mini-câmara, encostada a sua janela de entrada; esta capa também foi utilizada para proteger a janela de entrada durante o armazenamento da câmara. Para a determinação da sua eficiência de coleta de íons, foram utilizados dois métodos:

1. Método das duas tensões: O fator de recombinação iônica é calculado pela expressão:

$$k_s = \frac{(V_1/V_2)^2 - 1}{(V_1/V_2) - (M_1/M_2)},$$

onde  $M_1$  e  $M_2$  são as correntes de ionização medidas da câmara de extrapolação sob as tensões  $V_1$  (tensão de referência) e  $V_2$ , respectivamente. A eficiência de coleta de íons é dada pelo inverso de  $k_s$  [3,4].

2. Método gráfico: Neste caso, faz-se um gráfico da corrente de ionização medida em função do inverso da raiz quadrada da tensão aplicada à câmara. A corrente de ionização extrapolada para o valor zero (tensão infinita) dará o valor da corrente de saturação. Assim, a eficiência de coleta de íons é dada por [5]:

$$\epsilon = \frac{I_m}{I_s} \times 100\%,$$

onde  $I_m$  e  $I_s$  são as correntes de ionização medida e de saturação, respectivamente.

Para a estimativa do efeito de polaridade, foi utilizada a expressão [2]

$$p = \frac{|Q_+| - |Q_-|}{|Q_+| + |Q_-|},$$

onde  $Q_+$  e  $Q_-$  são as cargas coletadas da câmara de ionização sob as polaridades positiva e negativa da tensão, respectivamente.

### Resultados e Discussão

Para obtenção da curva de saturação da corrente de ionização, a tensão aplicada à câmara foi variada entre -100 V e +100 V, mantendo-se a profundidade da câmara constante e igual a 1 mm. A corrente de ionização foi medida em intervalos de 10 s e foram feitas 10 medidas para cada valor de tensão. O resultado, mostrado na Figura 2, apresentou o comportamento desejado [4,5]. Com base neste resultado, foi adotado como tensão de operação o valor de 50 V.

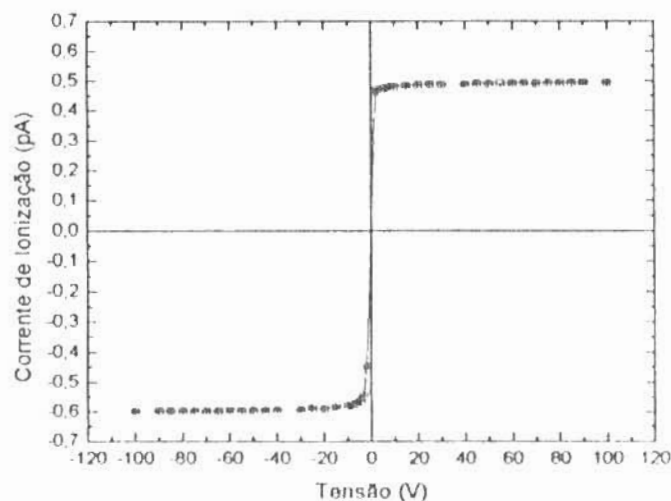


Figura 2: Curva de saturação da corrente de ionização para a mini-câmara de extrapolação.

O fator de recombinação iônica, calculado para as tensões  $V_1=50$  V e  $V_2=25$  V pelo método das duas tensões, foi de 1,0028, o que resulta numa eficiência de coleta de íons de 99,7%.

A curva da corrente de ionização média em função do inverso da raiz quadrada da tensão aplicada à câmara é mostrada na Figura 3. Por este gráfico, foi possível determinar o valor da corrente de saturação igual a  $(0,5545 \pm 0,0040)$  pA. Por este método, obteve-se uma eficiência de coleta de íons de 98,1% para a tensão de 50 V.

Os métodos estudados para a determinação da eficiência de coleta de íons se mostraram igualmente confiáveis, sendo que o método das duas tensões se

mostrou mais apropriado por ser mais rápido. Os resultados apresentaram uma diferença de apenas 1,1%, o que foi considerado muito bom.

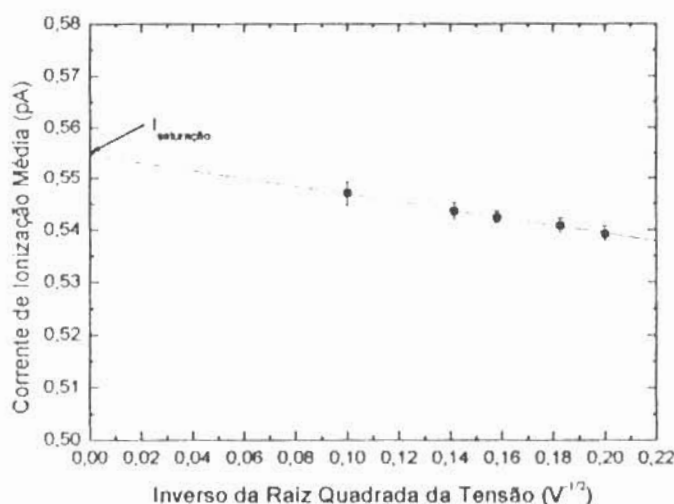


Figura 3: Corrente de ionização média em função do inverso da raiz quadrada da tensão de polarização. No detalhe, a corrente de saturação determinada por este método:  $(0,5545 \pm 0,0040)$  pA.

A diferença máxima devido à mudança de polaridade da tensão aplicada à câmara foi de 7,5% para um conjunto de 10 medidas. Este estudo mostrou resultados satisfatórios.

### Conclusões

A mini-câmara de extrapolação desenvolvida no IPEN mostrou comportamento adequado quanto às principais características pré-operacionais: curva de saturação, eficiência de coleta de íons e efeitos de polaridade.

### Agradecimentos

As autoras gostariam de agradecer 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. Boag, J.W. (1987) Ionization chambers. IN: Kase, K.R.; Bjärngard, B.E.; Attix, F.H. ed. The dosimetry of ionization radiation. v. II. Orlando, Academic Press.
2. Ramsey, C.R., Spencer, K.M. and Oliver, A.L. (1999) Ionization chamber, electrometer, linear accelerator, field size, and energy dependence of the polarity effect in electron dosimetry. Medical Physics, 26(2), February, pp. 214-219.
3. International Electrotechnical Commission (1997) IEC 60731:1997. Medical electrical equipment. Dosimeters with ionization chambers as used in radiotherapy.
4. Costa, A.M. and Caldas, L.V.E. (2003) A special ionisation chamber for quality control of diagnostic and mammography X ray equipment. Radiation Protection Dosimetry, 104 (1), January, pp.41-45.

5. Dias, S.K. (1996) Desenvolvimento de uma câmara de extrapolação como instrumento de referência para dosimetria da radiação beta. Tese (Doutorado), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.

**Abstract**

A mini-extrapolation chamber was developed at IPEN for the calibration of  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  beta radiation sources. The pre-operational characteristics (saturation curve, ion collection efficiency and polarity effects) were determined, and the results were highly satisfactory.