

VARIAÇÃO DA RESPOSTA DE CÂMARAS DE PLACAS PARALELAS COM O DIÂMETRO DO CAMPO DE RADIAÇÃO-X (30 kV)

W.M. Santos e L.V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear/São Paulo

RESUMO

As câmaras de ionização de placas paralelas, projetadas e construídas no IPEN, foram estudadas quanto à variação de suas respostas com o diâmetro do campo em feixes de radiação-X de energias muito baixas (raios Grenz) de um equipamento hospitalar de terapia superficial, utilizando-se um simulador de Plexiglas. Os resultados obtidos foram comparados com os de uma câmara comercial do tipo superficial NE, para os vários diâmetros de campo utilizados em radioterapia. Foram ainda efetuados os testes de estabilidade a curto e médios prazos, cujos resultados se mostraram dentro dos padrões de metrologia.

INTRODUÇÃO

Os feixes de radiação-X de energias muito baixas (raios Grenz), produzidos por potenciais entre 10 e 30 kV aproximadamente, utilizados no tratamento clínico de algumas doenças, apresentam algumas dificuldades do simétricas em suas medidas devido à atenuação sofrida no ar, dificultando a obtenção de medidas com exatidão; é aceitável nesta faixa de energia uma incerteza nas medidas de $\pm 10\%$ em radioterapia [8].

Para estas energias de radiação-X, o feixe sofre uma atenuação significativa no ar, fazendo com que a fluência de fótons diminua rapidamente, o que torna necessário à sua caracterização a utilização de câmaras de ionização de placas paralelas. Este tipo de câmara apresenta distância pequena entre os eletrodos e janela de entrada fina, para que a absorção da radiação seja desprezível e o espectro do feixe de radiação-X não seja perturbado [5,6].

Foram construídas no IPEN câmaras de ionização de placas paralelas com eletrodos coletores de grafite e alumínio, constituindo

um sistema Tandem, por Albuquerque e Caldas [1-4]. O custo baixo de fabricação e a possibilidade de obtenção, no mercado nacional, dos materiais utilizados, tornam viável a sua construção em número suficiente para atender a demanda das clínicas de radioterapia nacionais.

O estudo de diversos aspectos destas câmaras, em relação às câmaras comerciais, está em andamento para se verificar o comportamento delas na determinação dos parâmetros físicos utilizados em radioterapia.

O objetivo do presente trabalho é verificar se a resposta das câmaras construídas no IPEN, em relação ao diâmetro de campo, apresenta um comportamento aceitável em comparação com a de uma câmara comercialmente disponível, já utilizada em radioterapia.

MATERIAIS E MÉTODOS

As duas câmaras estudadas são do tipo não selado [1-4], têm forma circular, são construídas em Plexiglas, com diâmetro igual a 54 mm e volume sensível de $0,6 \text{ cm}^3$, eletrodo e anel de guarda sendo ambos de grafite ou alumínio com a janela de entrada em Mylar aluminizado, possuindo eletrodo coletor com diâmetro de 16 mm. A câmara C, com eletrodo coletor e anel de guarda de grafite, tem as características próprias para a realização de dosimetria de feixes de radiação-X de energias baixas, enquanto que a câmara A, com eletrodo coletor e anel de guarda de alumínio, devido a sua dependência energética acentuada não é recomendada para dosimetria desses feixes. O par destas câmaras constitui o sistema Tandem, que pode ser usado na determinação da energia efetiva de feixes de radiação-X, tornando desnecessária a utilização de absorvedores do procedimento convencional.

Para os testes de estabilidade a curto e

médio prazos, foi utilizada uma fonte de controle de ^{90}Sr , acoplada a um suporte de Lucite, posicionada à janela das câmaras de forma reprodutível.

A resposta das câmaras foi obtida nos feixes do sistema de radiação-X Dermopan 2, Siemens, pertencente ao Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, com a utilização de um simulador de Plexiplas, a uma distância foco-câmara de 30 cm, para tensões aplicadas de 10 e 29 kV e corrente de 25 mA, com estabilização manual. Nestas condições, a camada semi-redutora corresponde a 0,02 e 0,15 mmAl, respectivamente.

O diâmetro do campo foi definido na superfície do simulador, utilizando-se placas de chumbo. As medidas foram realizadas em intervalos de 1 min.

Uma câmara superficial Nuclear Enterprises (NE), modelo 2532/3, com volume sensível de $0,03 \text{ cm}^3$ foi empregada neste estudo para comparação de comportamento.

Todas as câmaras foram acopladas ao eletro metro NE, modelo 2502/3.

RESULTADOS

Estabilidade a Curto e Médio Prazos

O teste de repetibilidade (estabilidade a curto prazo) foi aplicado às duas câmaras circulares A (alumínio) e C (grafite). As medidas com a fonte de controle (^{90}Sr) foram tomadas de forma consecutiva 10 vezes. A repetição deste teste ao longo do tempo, em dias diferentes, consiste no teste de estabilidade a médio ou longo prazo, dependendo da duração de estudo.

O desvio padrão percentual da média máxima nos testes de repetibilidade foi de 0,2 e 0,3% para as câmaras A e C, respectivamente.

Em termos de estabilidade a médio prazo, verificou-se que os valores médios das séries diárias de medidas das duas câmaras foram mantidos dentro da faixa recomendada internacionalmente de $\pm 1\%$ [7].

Varição do Tamanho do Campo

As duas câmaras circulares A e C e a câmara superficial NE foram testadas nos feixes de radiação-X de 10 e 29 kV, variando-se o diâmetro de campo entre 0,5 e 10,0 cm.

A resposta foi medida em termos de taxa de exposição no ar, em u.e./min (u.e.: unidade de escala).

Os resultados obtidos, com as três câmaras, da resposta com o diâmetro de campo estão apresentados nas Fig. 1 e 2. Cada ponto representa o valor médio de 10 medidas. Pode-se verificar que a partir de um diâmetro de campo de 2 cm a câmara C apresenta um comportamento semelhante à câmara comercial NE, o que viabiliza a sua utilização em procedimentos de rotina de dosimetria de feixes nesta faixa de energia. Para campos menores, deve-se aplicar um fator de correção devido às diferenças existentes no volume sensível das câmaras.

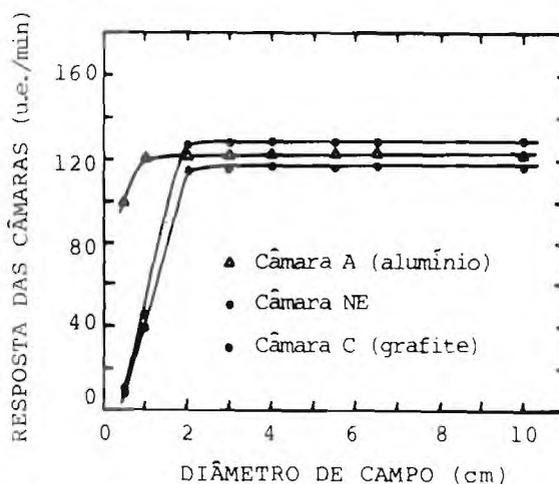


Fig.1: Resposta das câmaras com o diâmetro de campo (potencial do tubo 10 kV).

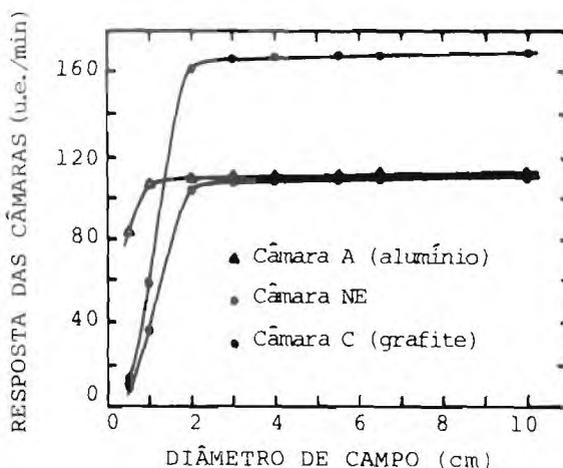


Fig.2: Resposta das câmaras com o diâmetro de campo (potencial do tubo 29 kV).

A diferença acentuada que se nota nas Fig.1 e 2 na resposta da câmara C é devida à dependência energética deste instrumento, o que limita sua utilização a campos de radiação muito bem definidos ou como parte do sistema Tandem [3], para a qual ela realmente foi projetada.

CONCLUSÕES

O estudo realizado mostra a viabilidade de uso das câmaras circulares fabricadas no IPEN em feixes de radiação-X de baixas energias (raios Grenz), apesar da necessidade de aplicação de um fator, para campos com diâmetros menores que 2 cm de forma a eliminar as distorções sofridas na eficiência de coleção de íons. Para campos maiores, esta resposta é adequada e a variação da resposta das câmaras, com o diâmetro de campo, apresentada não é superior ao valor de 2% recomendado [6]. Outros aspectos destas câmaras estão sendo estudados de modo a possibilitar sua utilização como instrumento de medida nos procedimentos de rotina de centros de radioterapia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Divisão de Radioterapia do Hospital das Clínicas/USP pela utilização do sistema de radiação-X, ao Sr. Antonio Cesar Pernomian desta Divisão pela assistência técnica durante a tomada dos dados experimentais e ao CNPq, pelo apoio financeiro a um dos autores (W.M.S.) em forma de bolsa de Pós-Graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, M.P.P.; "Projeto, Construção e Calibração de Câmaras de Ionização de Placas Paralelas para Radiação-X", Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, USP, São Paulo, 1989.
2. ALBUQUERQUE, M.P.P.; CALDAS, L.V.E.; "New Ionization Chambers for Beta and X-Radiation", Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res., A280:310-13, 1989.
3. CALDAS, L.V.E.; "A Sequential Tandem System of Ionization Chambers for Effective Energy Determination of X Radiation Fields", Radiation Protection Dosimetry, England, 36(1):47-50, 1991.
4. CALDAS, L.V.E.; ALBUQUERQUE, M.P.P.; "Angular Dependence of Parallel-Plate Ionization Chambers", Radiation Protection Dosimetry, England, 37(1):55-57, 1991.
5. International Atomic Energy Agency, "Calibration of Dosimeters used in Radiotherapy", Technical Reports Series No.185, IAEA, Austria, Vienna, 1979.
6. International Atomic Energy Agency, "Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams", Technical Reports Series No. 277, IAEA, Austria, Vienna, 1987.
7. International Electrotechnical Commission, "Medical Electrical Equipment - Dosimeters with Ionization Chambers or Used in Radiotherapy", IEC-731-82, Genebra, 1982.
8. MASSEY, J.B.; "Manual of Dosimetry in Radiotherapy", Technical Reports Series No. 110, IAEA, Austria, Vienna, 1970.

ENDEREÇO PARA CONTACTO

Walter Menezes Santos
IPEN-CNEN/SP
Serviço de Proteção Radiológica
Caixa Postal 11049
CEP 05422-970 São Paulo - SP
Fone: (011) 211-6011 (r. 1118)
Fax : (011) 212-3546