

# SISTEMA TANDEM PARA MEDIDAS ROTINEIRAS DE CAMADAS SEMI-REDUTORAS

Edvaldo P. Galhardo e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear  
C.P. 11049 CEP 05422-970 São Paulo - SP  
Tel.:(011) 816-9118 Fax.:(011) 816-9117

## RESUMO

Duas câmaras de ionização comerciais (cilíndrica e de placas paralelas), do Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN, foram estudadas neste trabalho. A grande diferença entre suas dependências energéticas possibilitou a formação de um sistema Tandem, que foi testado para a verificação rotineira das camadas semi-redutoras dos feixes de radiação X de baixas energias (14 a 21 keV). Os resultados obtidos mostraram a viabilidade desta técnica.

## INTRODUÇÃO

As câmaras de ionização utilizadas de forma rotineira devem ser controladas periodicamente, quanto ao seu desempenho, pelo usuário. Os feixes de radiação devem ter também suas características confirmadas periodicamente. Suas condições são descritas em relação às qualidades dos feixes de raios-X, que são dadas em termos dos potenciais aplicados ao tubo, filtrações totais e camadas semi-redutoras (CSR). O conceito de energia efetiva também pode ser utilizado como um valor único de energia, para caracterizar a distribuição espectral de um feixe de raios-X<sup>[1]</sup>.

As câmaras de ionização possuem geralmente uma resposta dependente da qualidade de radiação, devido ao projeto, à composição e às características operacionais. Esta dependência, que depende do tipo de câmara, pode ser expressa pela dependência das leituras em função das CSR.

O sistema Tandem tem sido utilizado desde 1963 em dosimetria termoluminescente (TL)<sup>[2,3,4,5]</sup>; neste caso consiste no uso de dois dosímetros com dependências energéticas diferentes e permite a determinação da energia efetiva em campos de radiação-X não conhecidos. Albuquerque<sup>[6]</sup> e Caldas<sup>[7]</sup> utilizaram câmaras de ionização, do mesmo tipo, mas com características diferentes, obtendo-se dependências energéticas diferentes, para se determinar a energia efetiva e a taxa de dose absorvida em campos de radiação X.

O método convencional utilizado para a determinação das CSR, através da adição de absorvedores<sup>[8]</sup>, necessita de um intervalo de tempo considerável para se obter as medidas. Neste trabalho é apresentado um método simples utilizando duas câmaras de ionização comerciais, que apresentam diferença na dependência energética e que

podem constituir por isso um sistema Tandem, tornando possível a verificação rotineira das camadas semi-redutoras. Não é necessária neste caso a utilização de absorvedores ou de qualquer outro tipo de arranjo experimental.

## MATERIAIS

O sistema de raios-X de energias baixas do Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN é constituído por um Gerador Rigaku Denki Co. Ltd., tipo Geigerflex (potencial constante), acoplado a um tubo Philips, modelo PW2184/00, com janela de 1 mm de Berílio e alvo de Tungstênio. A corrente e a tensão podem variar entre 2 e 80 mA e entre 20 e 60 kV, respectivamente. Sua potência máxima é de 2,5 kW.

O sistema utilizado para as medidas consistiu em uma câmara de ionização de placas paralelas (tipo superficial), modelo 2532/3 (0,03 cm<sup>3</sup>), e uma câmara de ionização cilíndrica (tipo dedal), modelo 2505/3 (0,6 cm<sup>3</sup>), ambas da Nuclear Enterprises (NE), acopladas ao eletrômetro Baldwin Farmer, NE, modelo 2502/3.

## RESULTADOS

O método consistiu primeiramente na obtenção das curvas de dependência energética para as duas câmaras, na faixa de energia de interesse.

Foram feitas três séries de medidas com o par, com a finalidade de se verificar a estabilidade do sistema de medidas.

As leituras das câmaras foram corrigidas para as condições ambientais, bem como para as leituras de uma

câmara de transmissão colocada no feixe de raios-X. As medidas foram feitas a 50 cm do alvo, na posição utilizada para calibração de instrumentos, nível Radioterapia, com um campo de 7 cm de diâmetro.

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de dependência energética das câmaras de ionização testadas.

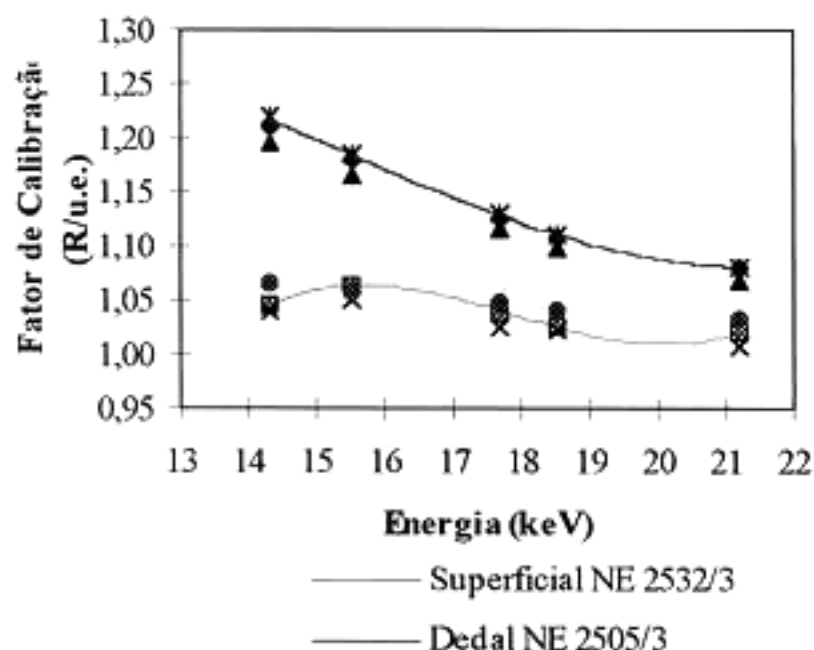


Figura 1. Curvas de Dependência Energética das Câmaras Comerciais Superficial e Dedal.

Pode-se observar comportamentos bem diferenciados para as duas câmaras, consistindo numa grande vantagem na formação do sistema Tandem.

Dividindo-se os fatores de calibração da câmara dedal (FD) pelos fatores de calibração da câmara superficial (FS), obtêm-se a curva Tandem (Fig. 2).

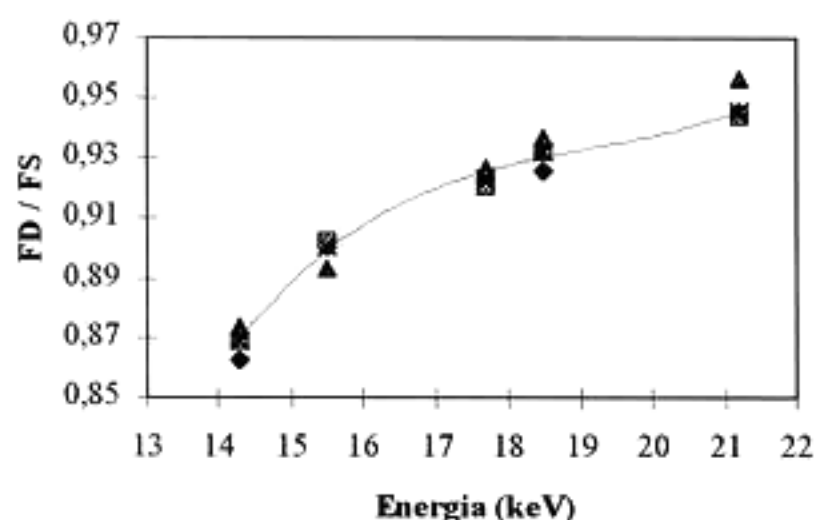


Figura 2. Curva Tandem para o Par de Câmaras Comerciais, onde:

FD: Fator de Calibração da Câmara de Ionização Tipo Dedal

FS: Fator de Calibração da Câmara de Ionização Tipo Superficial.

Neste caso foram utilizados os fatores de calibração das câmaras, devido à facilidade de se obtê-los no Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN, e para

uma melhor visualização das diferenças na dependência energética, mas as curvas também podem ser obtidas com as leituras das câmaras.

A repetibilidade das medidas variou entre 0,3 e 0,7%.

## CONCLUSÃO

Como a repetibilidade das medidas mostrou-se menor que 1,0%, existe a viabilidade de utilização deste tipo de curva para a verificação rotineira de CSR, já que uma variação no fator FD/FS indicará uma variação na energia efetiva e portanto uma mudança nos valores de CSR. Como a câmara superficial é calibrada e recomendada para esta faixa de energia, as suas leituras podem ser usadas diretamente para a determinação dos valores de taxa de dose no ar.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro parcial no desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), **Calibration of Dose Meters used in Radiotherapy**, Technical Reports Series Nr. 374, Vienna, 1994.
- [2] KENNEY, G. N. and CAMERON, J. R., **X-ray Beam-Quality Measurement Utilizing TL Dosimeters**, Progress Report, AEC Contract nº AT 11-1-1105-TID-19112, 1963.
- [3] GORBICS, S. G. and ATTIX, F. H., **LiF and CaF<sub>2</sub>:Mn Thermoluminescent Dosimeters in Tandem**, International Journal of Applied Radiation and Isotopes, vol. 19, n.1, p. 81-89, 1968.
- [4] SPURNY, Z., MILU, C. and RACOVEANU, N., **Comparison of X-ray Beams Using Thermoluminescent Dosimeters**, Physics in Medicine and Biology, vol. 18, n. 2, p. 276-278, 1973.
- [5] da ROSA, L. A. R., **Utilização de Dosímetros Termoluminescentes para Determinação da Exposição ou Dose Absorvida em Campos de Radiação Gama ou X com Distribuição Espectral Desconhecida**, Rio de Janeiro, 1981. (Dissertação de Mestrado, Univ. Federal do Rio de Janeiro).

[6] ALBUQUERQUE, M. P. P. , **Projeto, Construção e Calibração de Câmaras de Ionização de Placas Paralelas para Radiação X**, São Paulo, 1989. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).

[7] CALDAS, L. V. E. , **A Sequential Tandem System of Ionization Chambers for Effective Energy**

**Determination of Radiation Fields**, Radiation Protection Dosimetry, vol. 36, n.1, p. 47-50 , 1991.

[8] DALE, T. , KELLEY, J. P. and LUCAS, A. C. , **Determination of Half-Value Layer**, American Journal of Roentgenecology, Radium Therapy and Nuclear Medicine, vol. 84, n. 4, p. 729 - 740, 1960.

#### ABSTRACT

Two commercial ionization chambers, one cylindrical and the other with parallel plates, of the Calibration Laboratory of IPEN, were studied in this work. The great difference in their energy dependence allowed the formation of a Tandem system, which was tested for periodic routine determinations of half value layers in low energy X radiation fields (14 to 21keV). The obtained results showed the usefulness of this technique.