

## Influência do tamanho da câmara de ionização na determinação da qualidade de um campo de raios-X de referência.

RADIO 106

*Viana R. N., Cassiano D. H., Peixoto J. G. P.*

Instituto de Radioproteção e Dosimetria -IRD/CNEN  
Rio de Janeiro-Brasil

### **Sinopse**

A qualidade de um campo de raios-X de referência pode ser avaliada com a determinação dos valores da primeira e segunda camada semi-redutora – 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR, a partir de medições realizadas com câmaras de ionização apropriadas. O critério de aceitação da Norma ISO 4037-1 estabelece que os valores de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR não podem diferir em mais de +5% dos valores de referência.

Foram desenvolvidos procedimentos no equipamento de raios-X PANTAK, modelo HF160, ajustado para produzir um campo de raios-X de 48 keV, para investigar a determinação dos valores da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR com a utilização de diferentes câmaras de ionização de volumes variados.

Os resultados iniciais indicam que os valores da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR são influenciados pelo tamanho da câmara de ionização utilizada, o que sugere a determinação de algoritmo para a determinação de um valor único de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR.

## 1- INTRODUÇÃO

Campos de raios-X são utilizados intensamente em diversas áreas, em especial no setor de saúde onde, em função das características de riscos biológicos, torna-se necessário o conhecimento da intensidade e da qualidade da radiação que o indivíduo é exposto.

A qualidade da radiação é um fator fundamental para caracterização de um campo de raios-X de referência utilizado na calibração e teste dos medidores de radiação em proteção radiológica e na radiologia diagnóstica. (PENIÈKA *et al*, 1999).

Um equipamento que produza raios-X de referência deve atender aos critérios estabelecidos na norma ISO-4037-1 (1996) *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose ratemeters and for determining their response as function of photon energy: Radiation Characteristics and production methods*.

Segundo esta norma, a caracterização da qualidade de raios-X da Série Estreita envolve a determinação dos parâmetros: energia média do feixe de fótons  $\bar{E}$  (keV), resolução  $R_E$  (%), Camada Semi-Redutora – CSR (mm Al ou Cu) e Coeficiente de Homogeneidade.

A determinação da distribuição espectral de um campo de raios –X utilizando-se detectores de germânio permite serem obtidas informações importante para a caracterização da qualidade do feixe (ATTIX,1986) como a resolução, energia média e energia máxima do espectro, esta última utilizada como meio eficaz de medição da alta voltagem. No entanto, nem sempre os equipamentos do tipo GeHp se encontram disponíveis para a realização destas medidas, em função do seu alto custo inicial e operacional.

Como alternativa à medida da alta voltagem, a qualidade do campo de raios-X de referência pode ser avaliada, em conjunto com a filtração total, com a determinação dos valores de 1ª e 2ª Camada Semi-Redutora – CSR. (ISO 4037-1,1996).

O valor da 1ª CSR corresponde à espessura da filtração de atenuação que reduz a intensidade da radiação à metade do valor medido sem a atenuação. O valor da 2ª CSR corresponde à quarta parte.

A estimativa do valor de CSR sofre influência de alguns fatores relacionados com: geometria, devido ao espalhamento do feixe primário atingindo a câmara de ionização; dosimetria, o que reflete a resposta energética da câmara de ionização; atenuadores, o que envolve a espessura, pureza e homogeneidade dos filtros de atenuação e análise de dados, envolvendo a determinação da curva que melhor se ajusta aos pontos de medida. (SALGADO, 2003).

A busca por um processo ou modelo, onde seja determinada a CSR ótima ou única, foi sugerida por TROUT, E.D. *et al*, (1960), considerando os diversos fatores de influência. A determinação da CSR em função da extrapolação do tamanho de campo para um ponto, realizada com o conhecimento da função CSR versus diâmetro do campo de exposição da filtração de atenuação, foi a sugestão mais atrativa.

Baseado nesta sugestão, resolveu-se investigar a determinação de um valor único de CSR, a partir da construção da função: CSR versus diâmetro da câmara de ionização, e a seguir realizar a extrapolação para uma câmara de ionização ideal, isto é, cujo tamanho fosse reduzido a um ponto.

## 2- MATERIAIS

As investigações em andamento estão sendo realizadas com a geração de campo de radiação pelo equipamento de raios-X PANTAK modelo HF160, do Laboratório de Calibração de medidores para radiodiagnóstico, do IRD/CNEN, com as seguintes características gerais:

Denominação	Unidade Industrial de Raios-X, Modelo PANTAK HF-160, S/N 9609-1964B
Características Elétricas	Voltagem: 220 VAC/60 Hz Potência: 8Kva
Geração Elétrica de Saída	Voltagem: 5-160 kV (Incrementos de 0,1 kV) Corrente: 0,5-50mA (Incrementos de 0,1 mA) Ripple: $\leq \pm 0,15\%$ (f=15 kHz)
Alinhamento/ Posicionamento	Alinhamento do eixo feito por feixe de raios laser, com posicionamento do ponto de teste com precisão de 0,1 mm.

FONTE: MANUAL DO EQUIPAMENTO

O equipamento possui ainda filtração inerente de 1,0 mm de berílio, com filtração de tratamento de 4,0 mm de alumínio e espessuras variadas de cobre e alumínio de alta pureza para atender às qualidades do feixe de raios-X de referência da série estreita, conforme norma ISO 4037-1 (1996). Um par de colimadores fixos de chumbo revestidos de alumínio, um de formato cônico e outro cilíndrico, é utilizado para definir o tamanho do campo 170 mm de diâmetro, na distância de 1000 mm do foco.

Câmaras de ionização com tamanhos variados são posicionadas a 1000 mm de distância do foco de raios-X e acopladas a eletrômetro Keithley 6517A para as medidas de carga.

Características das câmaras utilizadas :

PARÂMETROS	CÂMARAS			
	PTW	NE	ARCS	EXRADIN
Fabricante				
Modelo	M32002	2575	TK-30	Shonka -Wyckoff A-
Volume (cm <sup>3</sup> )	1000	600	30	326
Diâmetro ativo Aproximado	12,37	11,0	3,84	1,90
Corrente de Fuga (10 <sup>-15</sup> A)	<10	<122	<10	<1

FONTE: MANUAL DOS INSTRUMENTOS

Filtros atenuadores de cobre, formato 100mmx100mm, pureza 99,9%, da Advent Research Materials Ltda (England), espessuras medidas individualmente em oito partes internas com Micrômetro Mitotoyo, resolução de 0,01 mm, são posicionados em seqüência crescente à meia distância entre foco-câmara de ionização, para a determinação dos valores de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> CSR conforme sugerido por TROUT, E.D. *et al*, (1960).

Como suporte à aquisição e organização dos dados e posterior obtenção dos resultados, são utilizados os aplicativos LabVIEW, Editor Word 2003, NotePad 2001, Planilha Excel 2003 , ORIGIN 6.0 1999 e Genie 2000 da CANBERRA.

### 3- MÉTODOS

O centro de referência de cada câmara de ionização é posicionado no ponto de teste a 1000 mm de distância do foco, utilizando-se o feixe laser para o alinhamento com o eixo do campo.

Antes de do início de cada seqüência de medidas de exposição o equipamento de raios-X PANTAK e cada câmara de ionização acoplada ao eletrômetro Keithley 6517A são energizados e estabilizados por período apropriado.

A intensidade de campo é mantida constante durante os ensaios das câmaras de ionização a partir da corrente do equipamento de raios-X ajustada para 10 mA.

Conjuntos de filtros de atenuação, definidos previamente com a combinação de suas espessuras individuais, formam uma seqüência de espessuras de atenuação com valores próximos aos valores de 1ª e 2ª CSR, especificadas na norma ISO 4037-1 (1996) para cada qualidade de radiação, sendo posicionados à 445 mm do foco do equipamento de raios-X, aproximadamente à meia distância foco-câmara.

São realizadas seis séries de medidas de carga para cada câmara, para cada qualidade a ser investigada: série sem filtração no início e no final do ensaio de cada câmara, duas séries com espessuras próximas ao valor de 1ª CSR e outras duas próximas ao valor de 2ª CSR.

Para cada série são realizadas cinco medidas de carga, corrigidas para a temperatura e pressão de referência, (20° C e 101,3 kPa), cujas leituras são tomadas durante as medidas de carga. Cada medida de carga é realizada com tempo de integração entre 10s e 30s, controlado pelo aplicativo LABVIEW operacional em computador acoplado ao eletrômetro. Para cada série de medidas, o valor médio das leituras de carga corrigidas é determinado e este normalizado para o valor médio das leituras sem filtro de atenuação.

### 4- RESULTADOS e CONCLUSÕES

Os resultados iniciais obtidos envolvem a qualidade de raios-X N-60 da série estreita, energia 48 keV, onde foram determinados, para cada câmara, os valores de 1ª e 2ª CSR por interpolação linear dos dois valores normalizados mais próximos aos valores esperados de CSR, considerando que este processo apresentou valores mais ajustados que o processo de ajuste dos pontos pela equação exponencial de primeira ordem. Os valores obtidos para a qualidade N-60 indicam que os critérios de aceitação da norma ISO 4037-1, referentes aos valores de 1ª e 2ª CSR e homogeneidade, podem ser perfeitamente atendidos.

Os dados de 1ª e 2ª CSR relacionados com volume e diâmetro de cada câmara estão sendo ajustados em gráficos e determinada a equação de ajuste linear com o aplicativo ORIGIN 6.0. Os dados apresentados até o momento sugerem que os valores de CSR únicos podem ser determinados por aproximação infinitesimal do diâmetro das câmaras de ionização, considerando que câmaras com volumes diminutos mais se aproximam das dimensões ideais de medida, uma vez que a contribuição dos espalhamentos é minimizada.

## 5- REFERÊNCIAS

- ATTIX, F.H., 1986, "X-Ray Production and Quality". In: *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, chapter 9, USA, John Wiley & Sons.
- PENIÈKA, F. *et al.*, 1999, "Standards for Radiation Protection and Diagnostic Radiology at the IAEA Dosimetry Laboratory" *SSDL Network Newsletter*, Vienna, Number 41, p.13-25.
- INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION, 1996, *X and Gama Reference Radiation for Calibrating Dosimeters and Doserate meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energ – part 1: Radiation Characteristics and Production Methods*. Report ISO 4037-1, Geneva.
- SALGADO, C.M., 2003, *Estudo de detectores semicondutores com aplicação em raios X diagnóstico*. Dissertação de M.Sc. Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- TROUT, E.D. *et al.*, 1960, "Determination of half value layer", *Am. Journal Roentgenol*, v 84, n 4, pp.729-740.