

Artigo Original

DETERMINAÇÃO DE CAMADAS SEMI-REDUTORAS EM FEIXES DE RADIAÇÃO X BASEADOS NA NORMA IEC 61267

A. F. Maia e L. V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear,
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, São Paulo – SP

E-mail: afmaia@ipen.br, lcaldas@ipen.br

Recebido em 05 de outubro de 2004; aceito em 07 de março de 2005.

Resumo

A norma internacional IEC 61267 estabelece um conjunto de qualidades de radiação bem definidas que podem ser utilizadas para muitos fins físicos ou médicos. No Laboratório de Calibração do IPEN, São Paulo, a norma IEC 61267 vem sendo utilizada como referência no estabelecimento dos feixes de radiodiagnóstico. Um dos passos para o estabelecimento de feixes padrões de radiação é a determinação das camadas semi-redutoras. O objetivo deste estudo foi comparar os valores das camadas semi-redutoras obtidas no Laboratório de Calibração do IPEN com os valores recomendados pela norma IEC 61267. Algumas diferenças nos valores finais das camadas semi-redutoras foram observadas mesmo depois de realizados os ajustes sugeridos pela norma.

Palavras chave: raios X, camadas semi-redutoras, câmaras de ionização.

Abstract

The international IEC 61267 standard presents a set of well-defined radiation conditions that can be used for many physical and medical purposes. At the Calibration Laboratory of IPEN, São Paulo, the IEC 61267 standard has been used as reference for the diagnostic radiology beams. One of the steps for establishing radiation qualities is the determination of half-value layers. The objective of this study was to compare the HVL values obtained at the laboratory to the recommended IEC 61267 values. Some deviations in the HVL final results were observed even after the suggested adjustments.

Keywords: X rays, half-value layers, ionization chamber.

Introdução

Para a definição de uma qualidade de radiação, é necessário determinar e especificar uma série de parâmetros, como a tensão aplicada ao tubo, a filtração total, a primeira e a segunda camadas semi-redutoras (CSR), e o coeficiente de homogeneidade. No Laboratório de Calibração do IPEN (LCI), São Paulo, já foram estabelecidos diversos feixes padrões de radiação. A aplicação mais importante destes feixes padrões está relacionada à calibração de monitores de radiação usados para diversos fins.

No caso dos feixes padrões utilizados para calibração dos instrumentos usados em radiodiagnóstico, o LCI utiliza a norma IEC 61267 (1994) como referência. Esta norma define diversos conjuntos de feixes de radiação. Entretanto, durante o estabelecimento de algumas das qualidades de radiação definidas nesta norma em um equipamento de radiação X do LCI, *Pantak*, foram observadas algumas divergências entre os valores da norma e os valores obtidos. O objetivo deste trabalho é apresentar os valores de CSR obtidos no LCI, listando todos os parâmetros utilizados, comparando-os com os recomendados pela norma, quantificando e analisando as divergências obtidas.

Materiais e Métodos

Foi utilizado neste estudo um equipamento de radiação X *Pantak*, modelo HF320, que opera até 320 kV. Para a determinação das CSR foi utilizada uma câmara de ionização dedal da *Physikalisch-Technische Werkstätten* (PTW), modelo 31013, que possui volume sensível de 0,3 cm³. Esta câmara apresenta baixa dependência energética em um grande intervalo de energia, de 30 keV a 50 MeV. Esta câmara foi utilizada acoplada a um eletrômetro PTW, modelo UNIDOS 10001.

Foram utilizados filtros de alumínio de diferentes espessuras e com alta pureza (melhor do que 99,9%). A distância foco-câmara utilizada foi de 100 cm. Foram utilizados também três colimadores de diâmetros diferentes: 7 cm, 9 cm e 11 cm. A uniformidade do campo foi determinada para todos os colimadores, e foi melhor do 95,9% em todos os casos. As CSR foram determinadas pelo método da extrapolação para campo nulo, o que minimiza o efeito da radiação espalhada nos resultados finais (IAEA, 1994). As CSR foram determinadas para cinco qualidades de radiação definidas na IEC 61267 como RQR – feixes diretos, mostradas na Tabela I.

11 Maia e Caldas: Determinação de CSR em feixes baseados na norma IEC 61267

Tabela I –Qualidades de radiação definidas na IEC 61267 utilizadas neste estudo.

Qualidades de Radiação	Tensão (kV)	Filtração	
		Total (mmAl)	CSR (mmAl)
RQR3	50	2,5	1,5
RQR5	70	2,5	2,5
RQR7	90	2,5	3,3
RQR9	120	2,5	4,5
RQR10	150	2,5	5,7

Resultados

Neste estudo, os valores de CSR foram determinados buscando a máxima concordância com os valores estabelecidos pela norma IEC 61267 (1994), onde os valores são definidos com uma tolerância de $\pm 0,1$ mmAl. Entretanto, para a maioria das qualidades de radiação, não foi possível obter os valores de CSR utilizando exatamente os mesmos parâmetros definidos desta norma. Foram necessários, portanto, alguns ajustes, que foram realizados seguindo recomendações da própria norma: a tensão aplicada ao tubo foi ajustada até um limite de $\pm 5\%$, e, quando isto não foi suficiente, foi mantido o valor nominal da tensão aplicada ao tubo e foram realizados ajustes na filtração total até que fossem obtidos os valores recomendados das CSR.

Os valores de CSR obtidos, assim como os valores dos coeficientes de homogeneidade, estão apresentados na Tabela II, e na Tabela III são quantificadas as diferenças percentuais obtidas – diferença entre os valores obtidos e recomendado, dividido pelo valor recomendado. Como é possível observar, na maior parte dos casos foi necessário ajustar significativamente a filtração total. Para a qualidade RQR3, até mesmo com a filtração total mínima, não foi possível obter uma CSR dentro do limite de tolerância da norma.

Tabela II – Valores de CSR obtidos para os feixes diretos de radiodiagnóstico estabelecidos no equipamento de radiação X *Pantak*, no LCI, IPEN.

Qualidades de Radiação	Primeira CSR (mmAl)	Segunda CSR (mmAl)	Coefficiente de Homogeneidade
RQR3	1,62	2,12	0,76
RQR5	2,46	3,64	0,68
RQR7	3,22	4,93	0,65
RQR9	4,40	6,70	0,66
RQR10	5,69	8,50	0,67

A norma IEC 61267 (1994) está atualmente em revisão e os valores de camada semi-redutora recomendados serão, muito possivelmente, modificados. A discordância dos valores obtidos na prática em relação aos valores recomendados na norma dificulta a padronização de campos entre laboratórios distintos, o que é necessário numa cadeia de rastreabilidade. Enquanto não há uma definição precisa em relação aos parâmetros recomendados, o mais indicado, e é o que vem sendo feito no LCI/IPEN, é tentar implantar campos de radiação os mais próximos possíveis aos do laboratório fornecedor da rastreabilidade. Só assim é possível garantir a manutenção da cadeia de rastreabilidade, o que é fundamental para fornecer um certificado de calibração confiável ao usuário final.

13 Maia e Caldas: Determinação de CSR em feixes baseados na norma IEC 61267

Tabela III – Comparação entre os parâmetros recomendados pela norma IEC 61267 (1994) e os obtidos no LCI, IPEN.

	Qualidades de Radiação				
	RQR3	RQR5	RQR7	RQR9	RQR10
Tensão do Tubo Recomendada (kV)	50	70	90	120	150
Tensão do Tubo Obtida (kV)	47,5	73	90	120	150
Diferença Percentual	-5,0	4,3	0,0	0,0	0,0
Filtração Total Recomendada (mmAl)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Filtração Total Obtida (mmAl)	2,31	2,50	2,81	3,00	3,31
Diferença Percentual	-7,6	0,0	12,4	20,0	32,4
CSR Recomendada (mmAl)	1,5	2,5	3,3	4,5	5,7
CSR Obtida (mmAl)	1,62	2,46	3,22	4,40	5,69
Diferença Percentual	8,0	-1,7	-2,5	-2,1	-0,1

Conclusão

Durante o estabelecimento das qualidades de radiação do tipo RQR, baseadas na norma IEC 61267, no equipamento de radiação X *Pantak* do LCI, foi necessário fazer ajustes significativos em alguns dos parâmetros recomendados pela norma, especialmente à filtração total. Muito embora a norma permita ajustes na filtração total, a acentuada divergência encontrada pode ser sinal de que é necessário fazer uma revisão nos valores recomendados pela norma. É possível que os valores de CSR variem muito dependendo do equipamento utilizado, impossibilitando a definição de parâmetros globais únicos. Contudo, existe a necessidade de, pelo menos, uma especificação mais detalhada na norma quanto ao tipo de equipamento onde os parâmetros recomendados foram determinados.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro parcial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

Referências

International Electrotechnical Commission 61267 (1994). IEC 61267:1994 *Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in determination of characteristics*. Geneva, International Electrotechnical Commission.

International Atomic Energy Agency (1994). *Calibration of dosimeters used in radiotherapy*. Technical Reports Series 374. Vienna, International Atomic Energy Agency.