

Comparação entre medidas de camada semirredutora: câmara de ionização vs medidores de estado sólido.

Comparison of the half-value layer: ionization chambers vs solid-state meters.

Pereira LCS¹, Navarro VCC¹, Navarro MVT¹ e Macêdo EM¹.

¹ Laboratório de Produtos para a Saúde do Instituto Federal da Bahia – IFBA.

E-mail: larapereira@ifba.edu.br

Resumo: Usualmente a camada semirredutora (CSR) é determinada utilizando-se câmara de ionização e filtros de alumínio. Entretanto, alguns multimedidores de estado sólido permitem a medida simultânea de diversos parâmetros do feixe de raios X, entre os quais a CSR. O objetivo deste estudo foi comparar os valores da CSR indicados por quatro diferentes multimedidores, com os valores medidos com câmara de ionização. A diferença máxima encontrada entre os dois métodos foi de 11,42%, para um dos medidores, o que mostra que o uso desses instrumentos para determinar CSR em raios X industrial deve ser objeto de uma avaliação mais criteriosa.

Palavras-chave: Camada semirredutora; Medidores de estado sólido; Radiodiagnóstico.

Abstract: Generally, the half value layer (HVL) is determined by using ionization chambers and aluminum filters. However, some solid-state dosimeters allow simultaneous measurements of X-ray's parameters, among which the HVL. The main objective of this study was to compare the HVL's values indicated by four different solid-state dosimeters, whose values were measured by ionization chambers. The maximum difference found between the two methods was 11.42%, one the solid-state dosimeters, showing that the use these instruments to determine CSR in industrial X-ray should be subject to a more thorough evaluation.

Keywords: Half -value layer; Solid state meters; Diagnostic radiology.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do feixe de raios X pode ser expressa numericamente pela camada semirredutora (CSR). A CSR representa a

espessura de material conhecida capaz de atenuar a intensidade do feixe reduzindo-a a metade do valor inicial. Sua determinação é influenciada por fatores como o procedimento aplicado, o arranjo experimental, a tensão fornecida ao tubo de

8º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bento Gonçalves/RS, 2015

raios X, o material absorvedor utilizado juntamente com seu grau de pureza, o sistema de colimação do feixe e a dependência energética dos medidores de radiação utilizados. O processo para determinação experimental da CSR, bem como o instrumental necessário, está descrito no Test Report Series nº 457 (TRS 457) da International Agency Energy of Atomic (IAEA) [1].

Tradicionalmente, a CSR é determinada com câmaras de ionização medindo-se a intensidade do feixe após sua passagem por filtros de alumínio, representada pela medida de Kerma ou taxa de Kerma no ar. A caracterização do feixe pode ser realizada segundo a metodologia recomendada pela Norma IEC 61267, determinando-se valores da tensão do tubo, filtração total, 1º e 2º camadas semirredutoras (CSR) e o coeficiente de homogeneidade (h), razão entre a 1º CSR e 2º CSR [2].

Os multimedidores com detectores de estado sólido têm permitido a medida simultânea de diversos parâmetros do feixe de raios X, tais como tempo de exposição, Kerma, taxa de Kerma, filtração total, além de indicar a CSR em milímetros de alumínio.

O presente estudo realizou a comparação dos valores da CSR, indicados por quatro diferentes multimedidores, com os valores encontrados utilizando câmaras de ionização e filtros de alumínio para diferentes qualidades de feixe de radiação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As medidas para este estudo foram realizadas no Laboratório de Produtos para Saúde (LABPROSAUD) do Instituto Federal da Bahia (IFBA).

A instrumentação utilizada foi um gerador (GE – ISOVOLT Titan E), com potencial constante e ripple menor que 4%, associado ao tubo de raios X de tensão máxima de 160 kV

(ISOVOLT 160 M2) e câmara monitora (PTW – 786) conectada ao eletrômetro (PTW UNIDOS Weblin) para monitoramento do feixe. Para a realização das medidas foi utilizada a câmara de ionização de 30 cm³ da PTW, rastreada ao laboratório primário alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), e quatro sistemas de medidores de estado sólido: o Nomex (PTW), o Piranha modelos Black e Red (RTI) e o Accu-Gold (RADCAL) com sensor externo AGMS-D para faixa do radiodiagnóstico, todos disponíveis no LABPROSAUD. Além dessa disponibilidade, o outro critério de inclusão foi a capacidade de detecção automática da CSR para diferentes qualidades de feixe.

As qualidades radiação X utilizadas foram as RQR-3, RQR-5, RQR-7 e RQR-9. Para a câmara de ionização o tempo de exposição foi contínuo e para os quatro medidores de estado sólido a exposição foi de 5,0 segundos. Em ambos os casos a corrente no tubo foi de 10 mA.

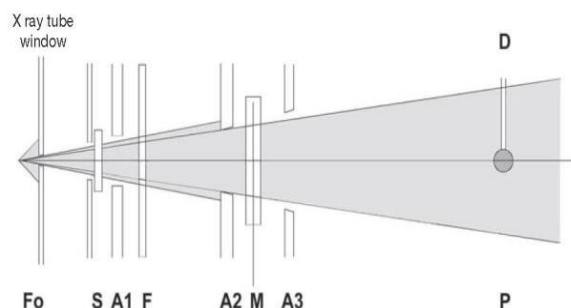


Figura 1: Arranjo para determinação da CSR
Fo: Ponto focal do tubo de raios X; S: Shutter;
A1: Abertura do colimador 1; F: Filtração Adicional; A2: Abertura do colimador 2;
M: Câmara monitora; A3: Abertura do colimador 3; P: Plano de detecção e D: Detector de radiação.

2.1. Obtenção da CSR com câmara de ionização.

Utilizou-se filtros de alumínio com pureza química de 99,0 a 99,5%. Posicionou-se a câmara de ionização segundo o arranjo da figura 1. Foi realizada uma exposição, sem filtros, para obter a medida da intensidade inicial do feixe, a partir do Kerma incidente no ar. Em seguida, as espessuras conhecidas de alumínio foram adicionadas ao feixe até que a intensidade inicial fosse reduzida à metade. Esse processo foi repetido para todas as qualidades RQR em estudo. Todas as medidas de Kerma no ar foram coletadas e em seguida o método da interpolação linear foi utilizado para encontrar os valores de CSR.

2.1. Obtenção da CSR com medidores de estado sólido.

Cada um dos multimedidores foi posicionado diante do feixe, sem adição de filtros de alumínio, segundo o arranjo da figura 1. Para cada um realizou-se cinco exposições nas qualidades de radiação em estudo. Os valores da CSR por eles indicados foram coletados na interface dos seus respectivos softwares.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para 1ª CSR obtidos com câmara de ionização e os coeficientes de homogeneidade para as diferentes qualidades estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores da CSR com câmara de ionização.

RQR	Tensão (kV)	1ª CSR (mm Al)	h
3	50	1,9	0,78
5	70	2,5	0,72
7	90	3,5	0,69
9	120	4,9	0,69

A tabela 2 mostra as médias dos valores da CSR indicados por cada multimedidor utilizado com seu respectivo desvio percentual em comparação com os valores obtidos com a câmara de ionização. Segundo a especificação de cada fabricante, disponível no manual técnico, a medida da CSR pode apresentar uma variação de $\pm 10\%$.

Tabela 2: Valores da CSR com medidores de estado sólido e desvio percentual.

RQR	Nomex	Piranha Black	Piranha Red	Accu-Gold
	1ª CSR (mm Al)	1ª CSR (mm Al)	1ª CSR (mm Al)	1ª CSR (mm Al)
3	1,87	1,79	1,85	1,89
D(%)	-2,60%	-6,77%	-3,65%	-1,56%
5	2,48	2,44	2,47	2,61
D(%)	-0,80%	-2,40%	-1,20%	4,40%
7	3,57	3,45	3,51	3,55
D(%)	1,71%	-1,71%	0,00%	1,14%
9	5,56	5,30	5,32	5,28
D(%)	11,42%	6,21%	6,61%	5,81%

Para a qualidade RQR-3 os valores da CSR indicados pelos multimedidores foram menores que o valor encontrado com a câmara de ionização, com desvio máximo de -6,77%. Para a qualidade RQR-5, o maior desvio percentual encontrado foi de 4,40% que corresponde ao medidor Accu-Gold (RADCAL). Verificou-se que os medidores apresentaram melhor desempenho na qualidade RQR-7, com desvio máximo de 1,71%, destacando-se o desempenho do medidor Piranha modelo Red (RTI) cujo valor da CSR indicado corresponde ao valor interpolado após medições com a câmara de ionização e filtros de alumínio.

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que os multimedidores Piranha modelo Red (RTI) e o Accu-Gold (RADCAL) foram os que apresentaram desempenho mais próximo dos resultados obtidos a partir do método indicado pela IAEA exposto no TRS 457. Com relação ao Nomex, que apresentou um desvio de 11,42%, maior do que os 10% indicado pelo fabricante, é necessário uma avaliação mais criteriosa, pois o fabricante não recomenda o seu uso em equipamentos de raios X industrial. Isso indica que medidas da CSR, feitas por multimedidores de estado sólido nesses equipamentos, podem diferir de medidas equivalentes obtidas em equipamentos de radiodiagnóstico, o que torna a calibração dessa grandeza uma tarefa mais complexa uma vez que a maior parte dos laboratórios de calibração utilizam equipamentos de raios X industrial.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no LABPROSAUD - IFBA, através de projetos

financiados pela FINEP, Ministério da Saúde e SECTI/ FAPESB.

REFERÊNCIAS

- [1] International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series nº 457: Dosimetry in Diagnostic Radiology: an International Code of Practice. Viena: IAEA; 2007.
- [2] International Electrotechnical Commission. 61267: Medical diagnostic X ray equipment – Radiation conditions for use in the determination of characteristics. Geneva: IEC; 2005.
- [3] National Council on Radiation Protection and Measurements. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda: NCPR; 2009.
- [4] Navarro, MVT. Risco, Radiodiagnóstico e Vigilância Sanitária. Salvador: EDUFBA; 2009.
- [5] Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Portaria nº. 453, de 1º de Junho de 1998. Diário Oficial da União 02 jun 1998; Seção 1.