

Radio 2011

Análise do Espectro de Energias de Radiações X de Referência Ajustadas para a mesma Camada Semirredutora

Marcus Tadeu Tanuri de Figueiredo¹, Annibal Theotonio Baptista Neto², Paulo Marcio Campos de Oliveira³, Teógenes Augusto da Silva^{1,2,3}

¹ Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia das Radiações Minerais e Materiais - CDTN/CNEN

² Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/ CNEN

³ Programa de Pós Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares – DEN/UFMG
Belo Horizonte, MG, Brasil

mttf@cdtn.br, annibal@cdtn.br, pmco@cdtn.br

² Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/ CNEN

Belo Horizonte, MG, Brasil

silvata@cdtn.br

Abstract: The International Standardization Organization (ISO) defined the reference radiation for calibration and testing in x and gamma fields. The ISO 4037-1 establishes that if the first and the second half value - layers (HVL) agree within 5%, for two x- ray beams, then these two beams shall be considered the same. In this study, reference radiations with the same HVLs that were obtained through the total filtration or the tube voltage adjustments were compared in terms of spectra and beam parameters.

1 Introdução

Campos de raios X padronizados fazem parte da base metrológica para calibração de dosímetros e medidores de taxas de dose. A ISO, com o objetivo de promover a padronização e a coerência metrológica internacional, estabeleceu seis conjuntos de qualidades de radiação X para calibração e teste de dosímetros [1]. No Brasil, o Comitê de Avaliação de Serviços de Monitoração Individual Externa - CASMIE- recomenda as radiações de referência ISO 4037-1 [2]. Uma radiação de referência é considerada implantada em um laboratório de metrologia se os valores de energia média, resolução espectral, primeira e segunda camadas semirredutoras (CSR) e tensão do tubo, concordam, dentro de limites, com os valores de referência. Na ausência de espectrometria do feixe, consideram-se implantadas as radiações cujas CSR – primeira e segunda – coincidam com os valores estabelecidos como requisitos. As diferenças entre as características técnicas das diversas máquinas de raios X exigem que sejam feitos ajustes da tensão do tubo, como recomendado pela ISO. O ajuste das filtrações tem sido utilizado como método de implantação das radiações de referência definidas pela ISO.

O objetivo deste trabalho é registrar e analisar as diferenças espectrais entre as radiações de referência obtidas pelo ajuste da tensão do tubo (AT) e as radiações resultantes do ajuste das filtrações totais (AF).

2 Materiais e Metodologia

A implantação de algumas radiações de referência no Laboratório de Calibração de Dosímetros (LCD) /CDTN foi realizada em uma máquina de raios X Pantak Seifert ISOVOLT 320S. Os procedimentos de implantação atenderam aos preceitos da norma. Todas as medidas foram feitas com a câmara RADCAL modelo 10X5-6 conectada ao eletrômetro modelo 9015, com corrente de fuga desprezível, repetitividade melhor que 0,3 % e dependência energética dentro de 5%. Inicialmente, reproduziram-se os valores de referência ISO em tensão e filtração adicional e mediu-se as camadas semirredutoras por meio de curvas de atenuação, em termos da taxa de kerma no ar e espessura de filtros de cobre de alta pureza. Foram estudadas radiações de referência de espectro estreito com 100 kV (N-100) e de espectro largo com 60 kV (W-60)

No método de ajuste da filtração, foram reproduzidas as tensões de referência e medidas as CSR. Variou-se a espessura da filtração adicional de cobre até que as CSR – primeira e segunda – se aproximassem a menos de 5% do valor de referência. No método de ajuste da tensão do tubo, foram reproduzidas as filtrações adicionais e as tensões indicadas pela ISO. Uma vez que, para a primeira CSR, os valores encontrados não corresponderam à 50% do valor da taxa de kerma no ar, variou-se as tensões do tubo. O mesmo procedimento foi realizado para a 2ª CSR, encontrou-se valores de tensão que atenderam as duas camadas semirredutoras.

Por meio do software XCOMP5r, todos os espectros foram simulados. Foram calculados os parâmetros energia média e resolução espectral.

3 Resultados e Discussões

3.1 Implantação por ajuste de filtração total

Para a N-100 e para a W-60 as espessuras de cobre foram reduzidas de 5,0 mm para 3,8 mm e de 0,30 mm para 0,19 mm respectivamente. As espessuras de alumínio foram mantidas em 4,0 mm. Por meio dos dados mostrados na tabela 1 calculou-se, com boa aproximação, as CSR e tanto a primeira quanto a segunda posicionaram-se entre limites estreitos de filtração – iguais ao filtro de cobre de menor espessura disponível do LCD/CDTN. Nesse caso foi dispensada a construção de modelos matemáticos. Os resultados foram obtidos por interpolação.

Tabela 1- Dados Utilizados para a Determinação das CSR -

Espessura do filtro (mmCu)	Intensidade relativa N-100	Espessura do filtro (mmCu)	Intensidade relativa W-60
0,000	100,00	0,000	100,00
0,500	74,71	0,045	82,63
1,078	50,28	0,100	65,87
1,089	49,64	0,178	50,38
1,111	49,18	0,189	48,65
1,500	39,80	0,245	39,78
2,278	25,13	0,300	33,39
2,289	24,86	0,389	26,02
2,500	22,23	0,400	24,92

3.2 Implantação por ajuste de Tensão do Tubo

No procedimento de implantação, por ajuste de tensão, foram aplicados os valores de referência da filtração total, ou seja, 5,0 mm de cobre e 4,0 mm de alumínio para N-100 e 0,30 mm de cobre e 4,0 mm para alumínio para a W-60. A tabela 2 apresenta a intensidade relativa para 1ª e 2ª CSR em função da tensão do tubo - mantidas as filtrações totais e aplicadas as CSR definidas pela ISO.

Tabela 2 - Dados utilizados para o a determinação do ajuste das tensões do tubo (AT) -

N-100 1ªCSR=1,11(mmCu) 2ªCSR=1,17(mmCu)			W-60 1ªCSR=0,18(mmCu) 2ªCSR=0,21(mmCu)		
Tensão	1ª CSR (%)	2ª CSR (%)	Tensão (kV)	1ª CSR (%)	2ª CSR (%)
100	53,4	29,1	45	42,13	16,99
90	47,2	23,45	52,5	49,73	23,99
95	51,11	26,05	54,5	51,26	25,92
93	49,2	24,95	53,5	50,32	24,92

Os dados da tabela 2 mostram que os valores de tensão foram reduzidos até que as intensidades relativa alcançassem 50% e 25%, respectivamente, permitindo a implantação da N-100 com 94,0 kV e da W 60 com 53,5 kV.

3.3 O Espectros Simulados das Radiações Implantadas

O material e o ângulo do anodo do equipamento de raios-x , além dos dados extraídos das tabelas 1 e 2, foram utilizados para simulação de espectros, por meio do software XCOPM5r. Nos espectros mostrados na figuras 1 e 2, foram observadas diferenças importantes nos parâmetros de caracterização.

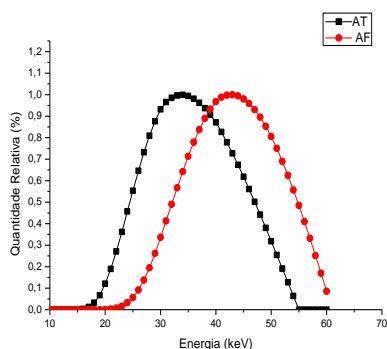


Figura 1 – Comparação entre Espectros da W-60 Obtidos por ajuste de tensão e por ajuste de filtração

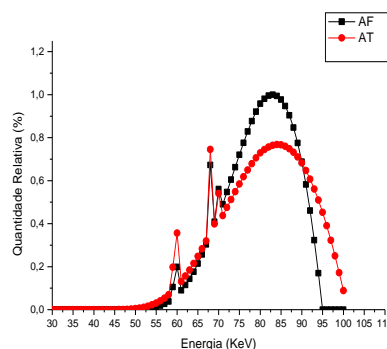


Figura 2- Comparação entre Espectros da N-100 Obtidos por ajuste de tensão e por ajuste de filtração

Na tabela 3, foi evidenciada a aproximação, dentro de 5%, entre os valores das CSR quando comparados o método de ajuste de filtração com método de ajuste de tensão. Observou-se também apreciável redução na filtração de cobre, nas duas qualidades, para obtenção das CSR de referência, para o equipamento descrito na seção 2 desse trabalho.

Tabela 3 - Comparação entre os parâmetros de caracterização

Qualidade ISO	Cu (mm)	Al (mm)	Tensão (kV)	Resolução (%)	E Média (keV)	1°CSR (mmCu)	2°CSR (mmCu)
N-100 (AT)	5,0	4,0	94,0	33,34	75,3	1,11	1,19
N-100 (AF)	3,8	4,0	100	21,5	80,1	1,093	1,191
W-60 (AT)	0,30	4,0	53,5	63,23	35,4	0,18	0,21
W-60 (AF)	0,19	4,0	60	40,47	40,9	0,180	0,216

4 Conclusões

Dois pares de feixes de raios-x com as mesmas CSR, contrariando o princípio que sustenta o método alternativo de implantação, apresentaram diferenças relevantes nos demais parâmetros de caracterização. Radiações com tais diferenças de espectros, utilizadas indiscriminadamente em testes de desempenho de dosímetros podem, eventualmente, conduzir a resultados inadequados.

5 Referências

1. INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION -ISO 4037-1 Radiation characteristics and production methods. Geneva 1996-b
2. CASMIE, Desempenho de Sistemas de Monitoração Individual. Doc. nº 003.04/95(1995)

