

Estudo Comparativo das Qualidades de Feixes de Radiodiagnóstico das IECs 1267 e 61267 utilizando uma Câmara de Transmissão

Maíra T. Yoshizumi e Linda V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN-CNEN/SP, São Paulo, Brasil

Resumo. A *International Electrotechnical Commission* publica diversas recomendações como códigos de prática, protocolos, diretrizes e condições em várias áreas que utilizam radiações ionizantes. Uma dessas publicações, a IEC 1267 de 1994, estabelece qualidades de feixes de equipamentos de raios X que são seguidas por muitos laboratórios de calibração. Essa recomendação ganhou uma nova versão em 2005, a IEC 61267, onde foram introduzidas novas qualidades como as de mamografia e tomografia computadorizada. Neste trabalho, as qualidades de diagnóstico convencional estabelecidas em um equipamento de radiação X utilizando as duas recomendações foram comparadas utilizando uma câmara de transmissão comercial para comparar os fatores de calibração obtidos para cada condição.

Palavras-chave: radiodiagnóstico, radiação X, qualidade de feixe, recomendação IEC.

Comparative study of diagnostic radiology beam qualities of IECs 1267 and 61267

Abstract. *The International Electrotechnical Commission publishes several recommendations as codes of practice, protocols, guidelines and conditions on many areas that involve ionizing radiations. One of these publications, IEC 1267 1994, established X-ray equipment beam qualities that are followed by many calibration laboratories. This recommendation was republished in 2005, the IEC 61267, with new beam qualities such as mammography and computer tomography. In this work, the diagnostic beam qualities established in an X-ray equipment using both recommendations were compared. Also, a transmission ionization chamber was used to compare the calibration factors obtained for both conditions.*

Keywords: *diagnostic radiology, X radiation, beam quality, IEC recommendation.*

1. Introdução

Em 1994, a *International Electrotechnical Commission* (IEC) publicou a recomendação IEC 1267 [1], na qual estabeleceu as características de equipamentos associados para, entre outras finalidades, disponibilizar as condições dos feixes de radiação de um equipamento de raios X para serem utilizadas internacionalmente. Nesta publicação estão estabelecidas as qualidades dos feixes de radiação X definidas pela tensão de operação do tubo, filtração adicional e camada semi-redutora.

A nova versão dessa recomendação foi publicada em 2005 como IEC 61267 [2]. Nela, algumas qualidades como as RQR-M x, onde x varia de 1 a 4 (mamografia) e RQT y, onde y varia de 8 a 10 (tomografia computadorizada) foram caracterizadas com tensões e filtrações adicionais próprias.

Com relação às qualidades RQRs e RQAs, que já haviam sido estabelecidas na publicação de 1994, houve uma mudança. Agora, as qualidades RQRs devem ser estabelecidas de acordo com a camada semi-redutora dada pela publicação IEC, e para isso, deve-se obter a filtração adicional necessária. Na publicação anterior, deveria ser utilizada a mesma filtração adicional para todas as

qualidades e as camadas semi-redutoras obtidas com tal filtração não deveriam diferir dos valores da publicação. Outra mudança feita foi na filtração adicional, que agora foi posicionada entre a câmara de transmissão e a câmara de ionização padrão. Esta filtração adicional é utilizada para simular um paciente.

Neste trabalho, os coeficientes de calibração de uma câmara de transmissão comercial foram determinados utilizando as qualidades de feixe estabelecidas pelas normas IEC 1267 de 1994 e IEC 61267 de 2005 para fins comparativos.

2. Materiais e Métodos

Foi utilizado um equipamento de radiação X, Pantak/Seifert, modelo 160HS, que opera entre 5 e 160 kV. As características dos feixes de radiação X determinadas para este equipamento utilizando as publicações da IEC estão descritas nas Tabelas 1 e 2.

Os sistemas de referência utilizados para se determinar a taxa de kerma no ar foram: 1- para as qualidades da IEC 1267 – câmara de ionização de placas paralelas *Physikalisch-Technische Werkstätten* (PTW), modelo 77334, acoplada a um eletrômetro PTW, modelo UNIDOS, com certificado de calibração do laboratório de

padronização primária *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB), Alemanha; e 2 – para as qualidades da IEC 61267 – câmara de ionização cilíndrica Radcal, modelo RC6, acoplada a um eletrômetro Keithley, modelo 6517A, com certificado de calibração do laboratório de padronização primária PTB, Alemanha. Os dois sistemas de referência são, portanto, padrões secundários.

Tabela 1. Características dos feixes de radiação X de acordo com a norma IEC 1267 (1994).

Qualidade da radiação	Tensão (kV)	Filtração adicional ^a (mmAl)	Camada semi-redutora (mmAl)	Taxa de kerma no ar ^b (mGy/min)
RQR 3	50	---	1,79	24,06
RQR 5	70	---	2,35	47,17
RQR 8	100	---	3,24	89,81
RQR 10	150	---	4,73	175,19
RQA 3	50	10	3,91	3,39
RQA 5	70	21	6,86	3,40
RQA 8	100	34	10,09	5,76
RQA 10	150	45	13,02	13,28

^a Além da filtração adicional foi utilizada uma filtração auxiliar de 2,5 mmAl em todas as qualidades.

^b Taxas de kerma no ar a 100 cm do ponto focal.

Tabela 2. Características dos feixes de radiação X de acordo com a norma IEC 61267 (2005).

Qualidade da radiação	Tensão (kV)	Filtração total ^a (mmAl)	Camada semi-redutora (mmAl)	Taxa de kerma no ar ^b (mGy/min)
RQR 3	50	2,4	1,78	22,40
RQR 5	70	2,8	2,58	38,57
RQR 8	100	3,2	3,97	69,28
RQR 10	150	4,2	6,57	120,00
RQA 3	50	2,4+10	3,8	3,27
RQA 5	70	2,8+21	6,8	3,13
RQA 8	100	3,2+34	10,1	5,11
RQA 10	150	4,2+45	13,3	11,28

^a A filtração total representa a filtração auxiliar + filtração adicional.

^b Taxas de kerma no ar a 100 cm do ponto focal.

A câmara de transmissão utilizada é da marca PTW, modelo 34014, acoplada a um eletrômetro PTW, modelo UNIDOS E.

Foram ainda utilizados filtros de alumínio de alta pureza (>99,9%) de diferentes espessuras confeccionados para o estabelecimento das qualidades de feixes.

3. Resultados e Discussão

Para a realização do experimento a câmara padrão secundário foi posicionada à distância de calibração de 100 cm, a câmara de transmissão foi posicionada à distância de trabalho de 30 cm, os filtros auxiliares foram posicionados logo na saída do tubo de radiação X e os filtros adicionais foram posicionados ou logo após os filtros auxiliares ou após o colimador, dependendo das qualidades estudadas. Este esquema pode ser visto na Figura 1.

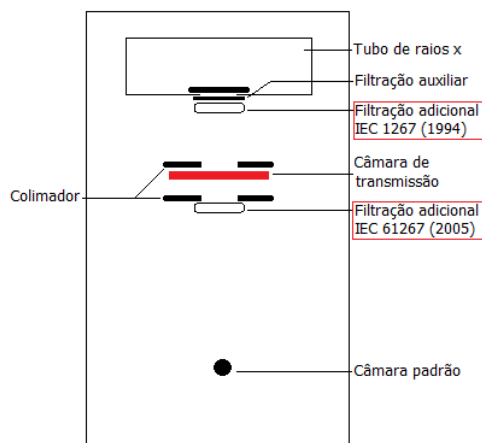


Figura 1. Esquema do aparato experimental utilizado.

As respostas das câmaras de ionização foram coletadas simultaneamente e foram corrigidas para as condições normais de pressão e temperatura.

Os coeficientes de calibração da câmara de transmissão foram obtidos utilizando-se a seguinte equação e podem ser observados nas Tabelas 3 e 4:

$$N_K = \frac{N_{KP} \cdot M_P \cdot k_Q \cdot k_E}{M \cdot k_Q \cdot k_E}$$

onde: N_K é o fator de calibração, M é a resposta da câmara, k_Q é o fator de correção para a qualidade da radiação e k_p é o fator de correção para as condições ambientais. O índice p indica os fatores correspondentes à câmara padrão secundário.

Tabela 3. Coeficientes de calibração e fatores de correção da câmara de transmissão de acordo com a norma IEC 1267.

Qualidade da radiação	Coefficiente de calibração (mGy/C)	Fator de correção
RQR 3	118,15 ± 1,29	1,02 ± 0,01
RQR 5	116,33 ± 2,35	1
RQR 8	118,38 ± 0,67	1,02 ± 0,01
RQR 10	121,80 ± 0,57	1,05 ± 0,01
RQA 3	93,40 ± 1,59	1,10 ± 0,01
RQA 5	84,56 ± 0,68	1
RQA 8	83,94 ± 0,39	0,99 ± 0,01
RQA 10	76,83 ± 0,83	0,91 ± 0,01

Tabela 4. Coeficientes de calibração e fatores de correção da câmara de transmissão de acordo com a norma IEC 61267.

Qualidade da radiação	Coefficiente de calibração (mGy/C)	Fator de correção
RQR 3	115,52 ± 0,95	1,04 ± 0,01
RQR 5	110,91 ± 0,91	1
RQR 8	112,03 ± 0,88	1,01 ± 0,01
RQR 10	113,58 ± 0,96	1,02 ± 0,01
RQA 3	8,39 ± 0,07	1,89 ± 0,02
RQA 5	4,43 ± 0,04	1
RQA 8	4,06 ± 0,03	0,92 ± 0,01
RQA 10	5,23 ± 0,04	1,18 ± 0,01

Os fatores de correção foram obtidos pela normalização dos coeficientes de calibração para

as qualidades RQR 5 e RQA 5, como nos certificados de calibração das câmaras padrão secundário emitidos pelo PTB.

Os gráficos das Figuras 2 e 3 mostram os fatores de correção, para uma melhor visualização da resposta da câmara de transmissão:

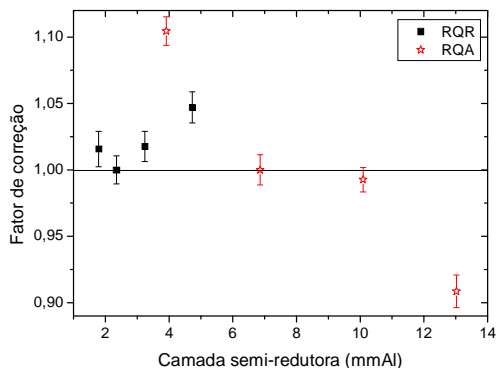


Figura 2. Fatores de correção para as qualidades IEC 1267.

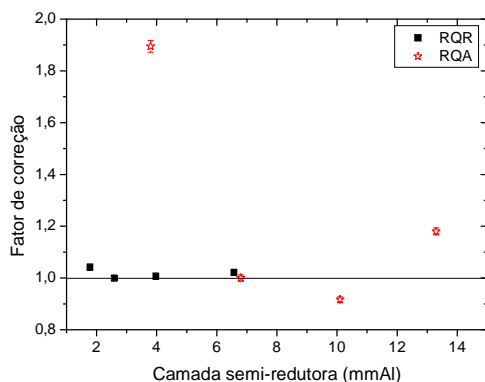


Figura 3. Fatores de correção para as qualidades IEC 61267.

Pelas Figuras 2 e 3 é possível observar que para as qualidades de feixes diretos, RQR, a resposta da câmara de transmissão apresenta o mesmo comportamento, sendo muito próximos os valores. Já para as qualidades de feixes atenuados, RQA, a resposta da câmara é bem diferente. Mas este fato pode ter ocorrido devido ao posicionamento da filtração adicional, que, para as novas qualidades, fica entre a câmara de transmissão e a câmara padrão.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste trabalho pode-se perceber que os fatores de calibração da câmara de transmissão foram muito diferentes quando comparadas as qualidades das duas publicações. Isso ocorreu porque a filtração utilizada em cada qualidade mudou significativamente. A principal diferença observada é com relação às qualidades atenuadas, RQA; provavelmente por causa do posicionamento da

filtração adicional, o comportamento da resposta da câmara de transmissão mudou muito.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Ministério de Ciência e Tecnologia MCT (INCT em Metrologia das Radiações na Medicina), pelo apoio financeiro parcial.

Referências

1. International Electrotechnical Commission. Medical diagnostic X-ray equipment – Radiation conditions for use in the determination of characteristics. IEC 1267, Geneve: 1994.
2. International Electrotechnical Commission. Medical diagnostic X-ray equipment – Radiation conditions for use in the determination of characteristics. IEC 61267, Geneve: 2005.

Contato:

Maíra Tiemi Yoshizumi
mairaty@jpen.br