

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS EM DOSIMETRIA DE FEIXES, NÍVEL RADIODIAGNÓSTICO

Maria P.A. Potiens e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Caixa Postal 11049
05422-970, São Paulo, Brasil

RESUMO

Foram implantadas qualidades recomendadas pela norma IEC 1267, utilizando-se um sistema de radiodiagnóstico Neo-Diagnomax (125 kV) do IPEN. Foram estabelecidas as qualidades de radiação RQR para a calibração de câmaras de ionização utilizadas em medidas de feixes diretos não atenuados, e as qualidades RQA para medidas de feixes atenuados, ou seja, atrás de um material simulador de um paciente. Como aplicação da metodologia foram testadas 6 câmaras de ionização recomendadas para radiodiagnóstico. Os resultados se mostraram satisfatórios, a maior dependência energética determinada (17%) foi para um instrumento recomendado para feixes de mamografia, que não é o caso do nosso sistema. As outras câmaras, apresentaram no máximo 5% de dependência energética, portanto dentro do recomendado por normas internacionais para este tipo de instrumento.

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de métodos para o controle dos equipamentos de raios X utilizados em radiodiagnóstico no Brasil, inclusive em relação às doses recebidas pelos pacientes e trabalhadores, tem-se tornado importante devido ao grande número de equipamentos deste tipo em operação. A portaria 453 do Ministério da Saúde estabelece que todos os instrumentos utilizados para a dosimetria de feixes devem ser calibrados a cada dois anos em laboratórios credenciados^[1].

Desde 1980, o Laboratório de Calibração do IPEN vem calibrando instrumentos utilizados em radioterapia e radioproteção e, mais recentemente, testes com instrumentos utilizados em radiodiagnóstico têm sido realizados.

Para a calibração de instrumentos utilizados em radioproteção são utilizados arranjos especiais com radiação gama, beta, alfa e X de energias baixas. Dosímetros clínicos, utilizados em radioterapia, podem ser calibrados, dependendo do modelo, com radiação gama ou radiação X de energias baixas. No caso da calibração dos instrumentos portáteis (câmaras de ionização) utilizadas em radiodiagnóstico, eles têm sido testados em três qualidades implantadas no sistema de radiação X de energias baixas.

Considerando que o Laboratório de Calibração possui uma máquina de raios X diagnóstico e que a publicação 1267^[2] do International Electrotechnical Commission, IEC, estabeleceu qualidades de radiação X

para serem utilizadas em radiodiagnóstico, os objetivos deste trabalho são a implantação destas qualidades e a aplicação de uma metodologia para a calibração de instrumentos utilizados em dosimetria de feixes de sistemas de radiodiagnóstico.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado um sistema gerador de raios X (nível Radiodiagnóstico), marca Medicor Mövek Röntgengyara, modelo Neo-Diagnomax (125 kV) pertencente ao Laboratório de Calibração do IPEN.

O instrumento utilizado como referência foi uma câmara de ionização de placas paralelas, com volume de 1 cm³, marca Physikalisch-Technische Werkstätten (PTW), Alemanha, modelo 77334, que possui fatores de calibração rastreados ao Laboratório Padrão Primário *Physikalisch-Technische Bundesanstalt*, PTB, para estas qualidades. A câmara de ionização foi acoplada a um eletrômetro marca PTW, modelo UNIDOS, tipo 10001. As medidas foram realizadas a uma distância foco-câmara de 50 cm.

Para a determinação das camadas semi-redutoras foram utilizados filtros de alumínio, com espessuras variando de 0,5 a 10 mm.

Para aplicação do método de calibração implantado foram selecionadas algumas câmaras de ionização, marca Radcal, que têm sido as mais utilizadas nesta área no Brasil. As suas características estão relacionadas na Tabela 1.

TABELA 1. Características principais dos instrumentos testados nas qualidades de radiação X implantadas no sistema de radiodiagnóstico do IPEN.

Instrumento	Material da Parede	Volume (cm ³)
A. Radcal 10x5-6	Polycarbonato	6
B. Radcal 10x5-6	Polycarbonato	6
C. Radcal 10x5-180	Polycarbonato	180
D. Radcal 10x5-180	Polycarbonato	180
E. Radcal 10x5-6M	Janela de Mylar aluminizado	6
F. Radcal 10x5-60E	Polycarbonato	60

III. RESULTADOS

Foram implantadas as qualidades de radiação recomendadas pela norma IEC 1267^[2], no intervalo de 50 a 90 kV, no sistema de raios X, nível radiodiagnóstico.

Os valores obtidos para as taxas de kerma no ar e as outras características dos feixes estão relacionados na Tabela 2. A série RQR (*Radiation Quality in Radiation Beams*) representa as qualidades adequadas para medidas do feixe direto não atenuado e as qualidades RQA (*Radiation Quality emerging from an Added Filter*) para medidas de feixes atenuados, ou seja, medidas atrás de um material simulador de um paciente.

As incertezas associadas aos resultados foram sempre menores que 5,5 %. A exemplo do Laboratório Padrão Primário PTB, todos os fatores de calibração da câmara de referência foram normalizados para 70 kV.

Para as medidas no ar (RQR), a maior dependência energética foi de 2%, enquanto que para as qualidades RQA esta dependência ficou em 5% no pior caso.

TABELA 2. Características principais dos feixes de radiação padrões para a calibração de instrumentos utilizados em dosimetria de feixes estabelecidos no Laboratório de Calibração do IPEN.

Q ^a	V ^b (kV)	F ^c (mmAl)	CSR ^d (mmAl)	E ^e (keV)	K _Q ^f	\dot{K}_{ar} ^g
RQR 3	52	2,5	1,82	32,0	1,02	5,06
RQR 5	70	2,5	2,45	39,2	1,00	6,59
RQR 7	90	2,5	3,1	46,0	0,99	6,92
RQA 3	52	12,5	4,0	38,8	1,05	0,363
RQA 4	63	18,5	5,7	45,6	1,03	0,309
RQA 5	70	23,5	7,1	51,8	1,00	0,256
RQA 6	80	29,5	8,4	57,9	0,99	0,200
RQA 7	90	32,5	9,1	62,9	0,98	0,481

- Qualidade da radiação
- Tensão do tubo
- Filtração total
- Camada semi-redutora
- Energia efetiva
- Fator de correção para energia
- Taxa de kerma no ar

As Figuras 1 e 2 mostram a dependência energética das câmaras de ionização testadas para as qualidades RQR e RQA respectivamente. As câmaras Radcal apresentaram um comportamento satisfatório no intervalo de energia estudado. A câmara E apresentou uma dependência energética alta, 17 % para as qualidades RQA e 14 % no caso das qualidades RQR. Esta dependência energética alta pode ser explicada pelo fato desta câmara ser indicada para a utilização em feixes de mamografia, que utilizam energias menores do que as deste trabalho. Para as outras câmaras, os maiores fatores obtidos foram para as câmaras A e B que apresentaram 5% de dependência energética. As outras câmaras (C, D e F) mostram desempenho ainda melhor quanto à dependência energética. De acordo com normas internacionais, os instrumentos utilizados na dosimetria de sistemas de radiodiagnóstico convencional podem apresentar uma variação de até $\pm 5\%$ na sua resposta no intervalo de 50 a 150 kV^[3].

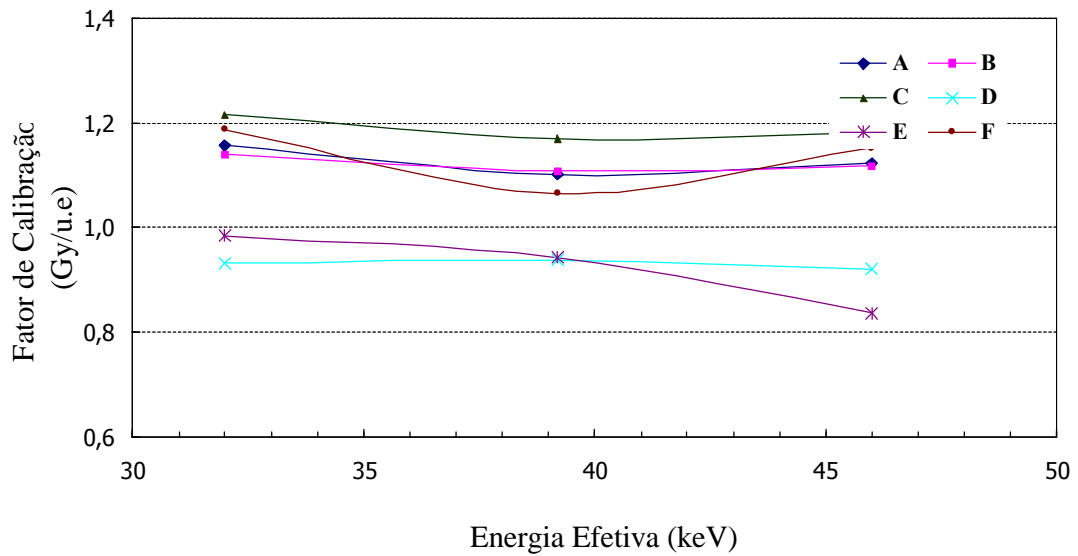


Figura 1. Dependência energética dos instrumentos testados nas qualidades RQR para feixes não atenuados, em sistema de raios X, nível radiodiagnóstico.
u.e. : unidade de escala do eletrômetro

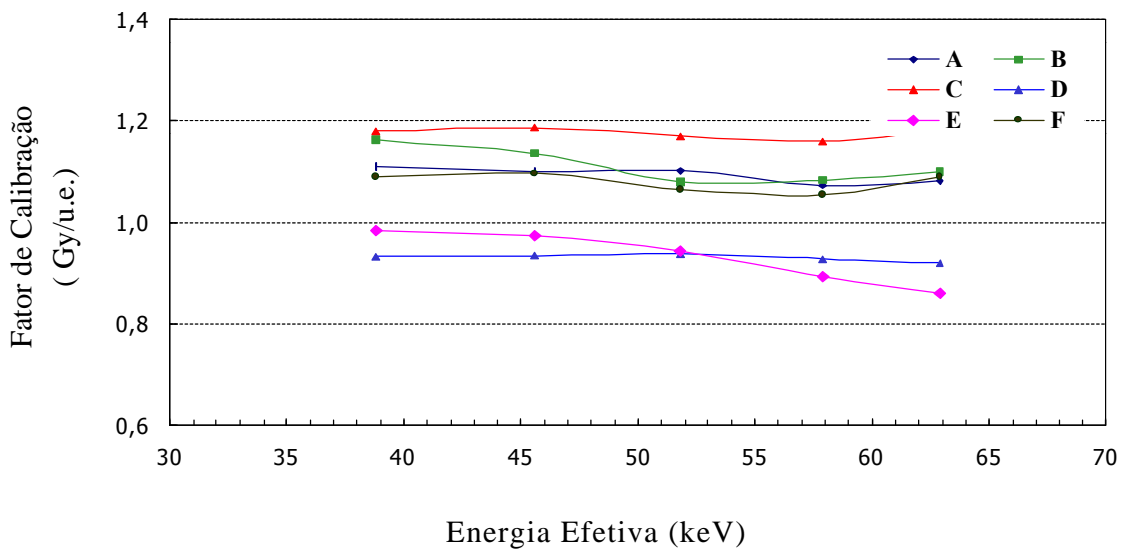


Figura 2. Dependência energética dos instrumentos testados nas qualidades RQA para feixes atenuados, em sistema de raios X, nível radiodiagnóstico.
u.e. : unidade de escala do eletrômetro

IV. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram a importância de se calibrar as câmaras de ionização utilizadas em medidas de radiodiagnóstico nas qualidades adequadas. A metodologia implantada, além de atender a uma grande demanda de calibração, permitirá que os responsáveis por medidas em sistemas de radiodiagnóstico possam garantir o

bom desempenho dos seus instrumentos por meio da sua calibração periódica nas qualidades específicas para radiodiagnóstico, diminuindo assim o erro nas medidas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro parcial.

REFERÊNCIAS

[1] Ministério da Saúde. **Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Portaria 453.** Diário Oficial da União, Brasília, 02 de Junho de 1998.

[2] International Electrotechnical Commission. **Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in the determination of characteristics. IEC 1267.** Genève, September 1994.

[3] International Electrotechnical Commission. **Medical electrical equipment. Dosimeters with ionization chambers and/or semi-conductor detectors as used in X-ray diagnostic imaging.** August 1995 (Draft IEC).

ABSTRACT

The radiation qualities recommended by the IEC 1267 standard for the calibration of instruments used in diagnostic radiology measurements were established using a Neo-Diagnomax X-ray system (125 kV). The RQR radiation qualities are recommended to test ionization chambers used in non attenuated beams, and the RQA radiation qualities in attenuated beams (behind a phantom). To apply the methodology, 6 ionization chambers commonly used in diagnostic radiology were tested. The higher energy dependence (17%) was obtained for an ionization chamber recommended for mammography beams, that is not the case of the X radiation system used in this work. The other ionization chambers presented good performance in terms of energy (maximum of 5%), therefore within the limits of the international recommendations for this kind of instrument.