

**COMPORTAMENTO DE MONITORES, NÍVEL RADIODIAGNÓSTICO, EM FEIXES
PADRONIZADOS DE RADIAÇÃO X**

Maria da Penha A. Potiens e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Av. Prof. Lineu Prestes, 2.242
05508-000 São Paulo, SP, Brasil**RESUMO**

O Laboratório de Calibração do IPEN implantou as qualidades de radiação X recomendadas pela norma IEC 1267, em um sistema de radiação X Neo-Diagnomax para a calibração de instrumentos utilizados em Radiodiagnóstico. Desde 1997 este serviço vem sendo oferecido à comunidade. Foram calibrados, desde então 16, modelos diferentes de câmaras de ionização utilizadas em levantamentos radiométricos e controle de qualidade de sistemas de radiodiagnóstico. Para este trabalho, foram selecionados os 9 modelos mais utilizados (câmaras de ionização com volumes variando de 3 a 1800 cm³) e que foram calibrados mais de uma vez pelo Laboratório no período de 1997 a 2001, para análise do seu comportamento. Os resultados obtidos mostraram que apenas três câmaras de ionização apresentaram dependência energética maior do que 5%, que é o valor recomendado por normas internacionais para este tipo de instrumento.

Keywords : calibration, X radiation, diagnostic radiology, ionization chambers

I. INTRODUÇÃO

Considerando-se que o objetivo principal de um programa de controle de qualidade em Serviços de Radiodiagnóstico é obter a informação diagnóstica adequada com a menor dose possível ao paciente, observa-se que nos últimos anos têm sido realizados muitos estudos avaliando-se o desempenho de equipamentos utilizados em radiodiagnóstico [1-5].

O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI), seguindo as recomendações internacionais para utilização de instrumentos de medida de radiação em sistemas de radiodiagnóstico [6,7] e as exigências legais do Ministério da Saúde [8], implantou qualidades de radiação X, de 50 a 90 kV, com um sistema Neo-Diagnomax (125 kV). Estas qualidades são recomendadas para a calibração de instrumentos que são utilizados em radiodiagnóstico, tanto para medidas do feixe de radiação, como para controle de qualidade [9,10].

Este serviço vem sendo oferecido à comunidade desde 1997, e o objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação do comportamento dos medidores utilizados em sistemas de radiodiagnóstico e que foram recebidos no LCI para a sua calibração mais de uma vez neste período.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

As medidas foram realizadas em um sistema gerador de raios X (nível Radiodiagnóstico), marca Medicor Mówek Röntgengyara, modelo Neo-Diagnomax (125 kV). As calibrações foram realizadas nas qualidades já implantadas no Laboratório de Calibração que estão relacionadas na Tabela 1, utilizando-se o método da substituição.

O instrumento utilizado como referência na implantação das qualidades e nas calibrações rotineiras 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 da Alemanha Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB. 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 este trabalho foram selecionados os 9 modelos de câmaras de ionização mais utilizados no Brasil e que foram calibrados no período de 1997 a 2001 no LCI, para análise do seu comportamento durante os testes de calibração. De acordo com a portaria 453 do Ministério da Saúde [8], todos os instrumentos utilizados em medidas de radiodiagnóstico devem ser calibrados a cada dois anos, portanto cada um dos instrumentos foi testado pelo menos duas vezes.

TABELA 1. Qualidades de radiação X para feixes não atenuados para a calibração de instrumentos utilizados em dosimetria de feixes implantadas no Laboratório de Calibração do IPEN.

Qualidade da radiação	Tensão do tubo (kV)	Filtração total (mmAl)	Camada semi-redutora (mmAl)	Energia efetiva (keV)	Taxa de kerma no ar (mGy/min)
RQR 3	52	2,5	1,82	32,0	5,06
RQR 5	70	2,5	2,45	39,2	6,59
RQR 7	90	2,5	3,1	46,0	6,92

III. RESULTADOS

Os fatores de calibração obtidos no caso de maior dependência energética para cada modelo de câmara de ionização, além de suas características principais podem ser vistos na Tabela 2. As incertezas associadas aos resultados foram sempre menores do que 5,5%. Como apenas o LCI realiza calibrações em feixes de radiação X nível diagnóstico no Brasil, pode-se considerar estas informações como um panorama da situação no país em termos de equipamentos utilizados em medidas de radiodiagnóstico. Não foram considerados para este estudo os equipamentos

que por algum defeito ou problema técnico não puderam ser calibrados e nem as câmaras utilizadas em medidas de mamografia, pois para elas o LCI possui qualidades específicas.

Observa-se que o equipamento mais utilizado (câmara de ionização Radcal com volume de 180 cm³) apresentou resultados muito bons, sendo ainda que ele possui a vantagem de poder ser utilizado tanto para dosimetria de feixes como para medidas de radioproteção.

TABELA 2. Principais características e fatores de calibração obtidos no caso de maior dependência energética para cada modelo de câmara de ionização testada no LCI, nas qualidades de radiodiagnóstico implantadas. u.e. = unidade de escala do eletrômetro.

Instrumento	Volume (cm ³)	Utilização	Número de instrumentos testados	Fatores de Calibração (Gy/u.e)		
				RQR 3	RQR 5	RQR 7
Radcal 10x5-180	180	Dosimetria do Feixe e Radioproteção	27	1,02	0,998	0,995
Radcal 10x5-1800	1800	Radioproteção	9	1,02	0,999	0,965
Radcal 10x5-3CT	3	Tomografia Computadorizada	5	0,999	1,00	0,972
Radcal 10x5-6	6	Dosimetria do Feixe	9	0,975	0,988	1,00
Radcal 3036-int.	13 cm ² (área de medida)	Dosimetria do Feixe	6	0,956	0,950	0,949
Victoreen 660-5	400	Radioproteção	8	0,869	0,852	0,875
Victoreen 660-3	4	Dosimetria do Feixe	10	0,917	0,956	0,945
Victoreen 660-4A	4	Dosimetria do Feixe	8	0,956	0,958	0,956
Unfors 2001	N.F. ^a	Dosimetria do Feixe	2	0,941	0,936	0,932

a. Informação não disponibilizada pelo fabricante.

Para a câmara de ionização da Victoreen, modelo 660-5, com volume de 400 cm², obteve-se a maior dependência energética (aproximadamente 15%). Como esta câmara é indicada para medidas de radioproteção (fuga

de corrente ou espalhamento), a variação de sua resposta é aceitável em até 20%.

As câmaras Victoreen, modelo 660-3, e a Unfors, modelo 2001, apresentaram uma dependência energética de 7%, estando acima dos 5% recomendados por normas

internacionais para os equipamentos utilizados em dosimetria de feixes diagnósticos [1]. Mas, durante os testes de calibração elas tiveram um bom desempenho, com estabilidade de resposta e nenhuma fuga de corrente. De qualquer maneira, para o caso da Unfors, apenas dois equipamentos foram testados, não sendo o suficiente para uma boa análise estatística.

As outras câmaras de ionização testadas apresentaram, no máximo, uma dependência energética de 3%, estando perfeitamente dentro do recomendado. Observa-se, inclusive, que a câmara da Radcal modelo 10x5-3CT, que é recomendada para medidas em sistemas de tomografia computadorizada, apresentou um comportamento excelente na faixa de energia testada, que é muito distinta daquela para a qual ela foi projetada (de 100 a 150 kV).

IV. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram a importância de se calibrar e avaliar todos os instrumentos medidores de radiação que são utilizados rotineiramente em sistemas de radiodiagnóstico. A avaliação do desempenho destes instrumentos durante a calibração deverá ser realizada em caráter permanente de modo a se obter um histórico de equipamentos existente no Brasil, considerando que o Laboratório de Calibração do IPEN é o único laboratório que realiza tais testes até o momento.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- [1] Zoetelief, J., **Review of Acceptability Criteria for X-Ray Systems Relevant for Digital Radiology**. Radiat. Prot. Dosim., vol. 94 (1-2), p. 59-64, 2001.
- [2] Jankowski, J. and Staniszewska, M.A., **Methodology for the Set-up of a Quality Control System for Diagnostic X Ray Units in Poland**, Radiat. Prot. Dosim., vol. 90(1-2), p. 259-262, 2000.
- [3] Faulkner, K., **Introduction to Constancy Check Protocols in Fluoroscopy Systems**, Radiat. Prot. Dosim., vol. 94(1-2), p. 65-68, 2001.
- [4] Tung, C.J., Tsai, H.Y., Lo, S.H., Guan, C. N. and Chen, Y.B., **Determination of Guidance Levels of Dose for Diagnostic Radiography in Taiwan**, Med. Phys., vol. 28(5), p. 850-857, 2001.
- [5] Crawley, M.T., Mutch, S., Nyekiowa, M., Reddy, C. and Weatherburn, H., **Calibration Frequency of Dose-**

Area Product Meters, Brit. J. Radiol., vol. 74(879), p. 259-261, 2001.

[6] International Electrotechnical Commission, **Medical Electrical Equipment. Dosimeters with Ionization Chambers and/or Semi-conductor Detectors as used in X-Ray Diagnostic Imaging**. IEC 61674, Genève, October 1997.

[7] International Electrotechnical Commission. **Medical Diagnostic X-Ray Equipment – Radiation Conditions for Use in the Determination of Characteristics**, IEC 1267, Genève, September 1994.

[8] Ministério da Saúde. **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico**. Portaria Federal 453, Diário Oficial da União, Brasília, 02 de Junho de 1998.

[9] Potiens, Maria P. A., **Metodologia Dosimétrica e Sistema de Referência para Radiação X Nível Diagnóstico**, Doutorado – Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares/Universidade de São Paulo. São Paulo, Novembro de 1999.

[10] Potiens, M.P.A. and Caldas, L.V.E., **Calibration of kVp Meters used in Quality Control Tests in Diagnostic Radiology by Spectrometry**, Radiat. Prot. Dosim., vol. 98(3), p. 343-346, 2002.

ABSTRACT

The Calibration Laboratory of IPEN implanted the radiation qualities recommended by the IEC 1267 standard, in the X radiation Neo-Diagnomax system for the calibration of instruments used in diagnostic radiology. Since 1997 this service has been offered to the users. Sixteen different models of ionization chambers used in measurements in diagnostic radiology have been calibrated since then. The nine more utilized models of ionization chambers (volumes varying from 3 to 1800 cm³), calibrated more than one time during the period 1997-2001, were selected for analysis. The results show that only three ionization chambers presented the energy dependence higher than 5%, that is the recommended value by the international standards for this kind of instrument.