

CALIBRAÇÃO DE DETECTORES DE RADIAÇÃO UTILIZADOS EM RADIODIAGNÓSTICO

Maria da Penha A. Potiens e Linda V. E. Caldas
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
C.P. 11049 - CEP 05422-970 - São Paulo - Brasil
mppalbu@ipen.br e lcaldas@ipen.br

RESUMO

Foram implantados os feixes padrões propostos pela Norma ISO 4037-3 para a calibração dos instrumentos medidores de radiação que normalmente são utilizados em medidas rotineiras em sistemas de radiodiagnóstico. As qualidades (séries A e C) foram implantadas em um sistema de radiodiagnóstico NEO-DIAGNOMAX (125 kV). Para a determinação das taxas de kerma no ar foi utilizada uma câmara de ionização cilíndrica com volume de 30 cm³, marca PTW, com rastreabilidade ao Laboratório de Padronização Primária Alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB. Foram testados 5 detectores portáteis (câmaras de ionização) utilizados em medidas de radioproteção em sistemas de radiodiagnóstico, inicialmente nas qualidades da série A para verificação de sua dependência energética, e em seguida nas qualidades da série C. Os resultados obtidos para as qualidades implantadas mostraram uma alta dependência energética dos instrumentos, com variações de até 47% na sua resposta.

Palavras chave : radiodiagnóstico, câmaras de ionização, calibração, radioproteção

CALIBRATION OF THE RADIATION DETECTORS USED IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY

ABSTRACT

Radiation qualities were established at the Calibration Laboratory of IPEN according to the norm ISO 4037-3 in order to calibrate survey meters normally used in diagnostic radiology systems. The A and C series were established in a Neo Diagnomax diagnostic radiology system (125 kV). A cylindrical ionization chamber with volume of 30cm³, PTW, traceable to the German Primary Standard Dosimetry Laboratory Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, was used to determine the air kerma rates. Five survey meters (ionization chambers) used in radiation protection measurements in diagnostic radiology systems were tested, initially in the A-series qualities to verify their energy dependence followed by tests in the C-series qualities. The instruments presented a high energy dependence, with results varying up to 47%.

Key words : diagnostic radiology, ionization chambers, calibration and radiation protection.

9794

INTRODUÇÃO

As principais fontes de doses de radiação para membros do público são as radiações naturais e as utilizadas na Medicina. A contribuição de todas as fontes de uso médico para a dose anual per capita varia de uma pequena percentagem da radiação de fundo em países em desenvolvimento até percentuais significativamente altos em países desenvolvidos[1]. A maior parte destas contribuições são decorrentes da radiologia diagnóstica. Consequentemente, é altamente desejável descontinuar a recomendação daqueles exames que não sejam essenciais para um diagnóstico adequado e minimizar as doses no decorrer dos exames com raios X sem perda de informação radiológica.

Nos últimos anos tem-se notado uma preocupação crescente em relação ao controle de qualidade e à proteção radiológica em radiologia diagnóstica[2-8], com o objetivo de melhorar a qualidade da utilização médica das radiações e evitar exposição desnecessária aos pacientes.

Com o objetivo de estabelecer procedimentos de calibração para todos os instrumentos medidores de radiação utilizados em Radiodiagnóstico, o Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN implantou qualidades de radiação no sistema de raios X Neo-Diagnomax para a calibração de instrumentos utilizados em Sistemas de Radiodiagnóstico tanto para medidas de feixe direto como para medidas de monitoração de área [9,10]. Neste trabalho serão demonstrados os resultados de calibração obtidos para alguns dos modelos de instrumentos portáteis mais utilizados no Brasil em medidas de radioproteção em sistemas de Radiodiagnóstico e que são encaminhados rotineiramente para o laboratório de calibração.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um sistema gerador de raios X (nível Radiodiagnóstico), marca Medicor Mövek Röntgengyara, modelo Neo-Diagnomax (125 kV) foi utilizado. As qualidades (séries A e C) recomendadas pela norma ISO 4037, parte 3[11] foram implantadas e estão relacionadas na Tabela 1. As qualidades da série A foram implantadas para o estudo da dependência energética e a realização de testes de desempenho (com relação à dependência energética) dos instrumentos e as qualidades da série C são utilizadas para a calibração propriamente dita considerando que seu espectro é o mais similar ao espectro obtido com a radiação espalhada pelo paciente[12]. As medidas foram realizadas em termos de kerma no ar (K_{ar}) a uma distância foco-câmara de 100 cm, em um campo de radiação com 36,4 cm de diâmetro, aplicando-se o método da substituição. Foi utilizada como referência uma câmara de ionização cilíndrica com 30 cm³, marca Physikalisch-Technische Werkstätten (PTW), Alemanha, modelo M23361, com rastreabilidade ao Laboratório de Padronização Primária Alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, acoplada a um eletrômetro marca PTW, modelo UNIDOS 10001. Foi utilizado o método da substituição

Para a calibração com radiação gama foi utilizado um sistema irradiador da STS *Steuerungstechnik & Strahlenschutz GmbH*, Alemanha, modelo 0B85, com uma fonte de ⁶⁰Co (1250 keV), com atividade nominal de 21 GBq (setembro/1999). Neste caso o instrumento de referência é um câmara de ionização esférica com 1000 cm³, marca PTW, modelo LS01, com rastreabilidade ao Laboratório Nacional de Radiações Ionizantes, LNMRI, Rio de Janeiro, acoplada a um eletrômetro PTW, modelo UNIDOS 10001. Neste caso utiliza-se o método de campos conhecidos, com a dosimetria do sistema sendo realizada periodicamente.

Tabela 1 : Principais características dos feixes de radiação padrões para a calibração de monitores portáteis utilizados em radiodiagnóstico.
Q = Qualidade da radiação

Q	Tensão do	Filtração Adicional		Camada Semi-Redutora		Energia	Taxa de
	Tubo (kV)	(mmAl)	(mmCu)	(mmAl)	(mmCu)	Efetiva (keV)	Kerma no Ar (mGy/min)
A 40	43	4	0,20	--	0,088	33	0,402
A 60	63	4	0,60	--	0,24	48	0,295
A 80	70	4	2,0	--	0,57	65	0,106
C 40	43	1,0	--	0,83	--	20	3,47
C 60	63	3,9	--	2,34	--	30	3,01
C 70	70	5,4	0,15	3,7	--	35	2,96
C 80	80	7,2	0,50	5,2	--	40	3,29

Para aplicação do método de calibração implantado para a calibração de monitores portáteis utilizados em medidas de radioproteção em radiodiagnóstico, foram selecionados alguns monitores portáteis, do tipo câmara de ionização, que normalmente são encaminhados ao IPEN para a calibração. As suas características estão relacionadas na Tabela 2.

Tabela 2 : Principais características dos monitores portáteis testados neste trabalho

Código	Instrumento	Material da Janela	Volume
	Marca/Modelo	(mg/cm ²)	(cm ³)
A	Victoreen 450P-1	Plástico condutor (200mg/cm ²)	300
B	Victoreen 450P-2	Plástico condutor (200mg/cm ²)	300
C	Victoreen 450P-3	Plástico condutor (200mg/cm ²)	300
D	Nardeaux Babyline 81	Plástico equivalente ao tecido (7mg/cm ²)	515
E	Keithley 36150	Plástico equivalente ao tecido (300mg/cm ²)	250

RESULTADOS

Todos os equipamentos foram, inicialmente, calibrados com radiação gama de ⁶⁰Co, e depois sua dependência energética foi verificada utilizando-se as qualidades da **Série A**. Finalmente todos foram testados nas qualidades da **Série C**. Todos os coeficientes de calibração foram normalizados para ⁶⁰Co.

O comportamento da resposta dos instrumentos pode ser visto na Tabela 3. Pode-se verificar que, com exceção de um modelo (monitor **D** com dependência energética de apenas 3%), todos os outros instrumentos testados apresentam uma alta dependência energética no intervalo de energia de radiação X estudado, e em relação a ⁶⁰Co esta dependência mostrou-se extremamente importante. Ocorreram variações de até 47% como é o caso do instrumento **C**. Para o instrumento **A**, a dependência energética foi de 45% e, para o instrumento **B**, foi de 37%. No caso do instrumento **E**, fica bem clara a necessidade de se calibrar o instrumento em uma

energia próxima àquela em que ele será utilizado, pois os fatores obtidos são quase 5 vezes maiores do que aquele para a radiação gama de ^{60}Co .

Tabela 3 : Comportamento dos monitores portáteis testados em campos de radiação X. Os coeficientes de calibração foram normalizados para ^{60}Co .

Qualidade da Radiação	Coeficientes de Calibração				
	A	B	C	D	E
A 40	1,39	1,29	1,42	0,816	3,73
A 60	1,13	1,09	1,18	0,835	4,42
A 80	0,980	1,01	1,01	0,821	4,61
C 40	1,45	1,37	1,47	0,810	3,54
C 60	1,41	1,34	1,43	0,816	3,65
C 70	1,24	1,19	1,25	0,822	4,01
C 80	1,17	1,13	1,18	0,830	4,50
^{60}Co	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que a dependência energética dos instrumentos testados nesta região é muito alta, principalmente em relação à radiação gama de ^{60}Co , que muitas vezes é indicada pelo fabricante como referência para a calibração destes instrumentos. Pelas diferenças encontradas para os coeficientes de calibração, verifica-se a importância da calibração nas qualidades correspondentes àquelas para as quais os equipamentos são indicados. Este estudo está sendo continuado para todos os equipamentos encaminhados ao laboratório, para uma indicação correta ao usuário da utilização de seu equipamento.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

1. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. *Summary of the ICRP Principles for Protection of the Patient in Diagnostic Radiology*. Oxford and New York : Pergamon Press, 1993 (Report of Committee 3 of the ICRP).
2. Potiens, M.P.A. ; Caldas, L.V.E. *Calibration of kVp Meters used in Quality Control Tests in Diagnostic Radiology by Spectrometry*. Radiat. Prot. Dosim. **98**(3), 343-346 (2002).
3. Martin, C.J.; Sharp, P.F. ; Sutton, D.G. *Measurement of Image Quality in Diagnostic Radiology*. App. Radiat. Isot. **50** (1), 21-38 (1999).
4. Gonzales, L.; Vano, E.; Oliete, S.; Manrique, J.; Hernaez J.M.; Lahuerta, J. ; Ruiz, J. *Report of an Image Quality and Dose Audit According to Directive 97/43 Euratom at Spanish Private Radiodiagnostics Facilities*. Brit. J. Rad. **72** (854), 186-192 (1999).
5. Hamed, A.A.; Elshirbiny, N.; Nassef, M.H. *Study of Radiation Exposure Dependence on the Physical Parameters of Medical Diagnostic X-Ray Machines*. Radiat.Prot.Dosim. **82** (4), 277-283 (1999).
6. Tabakov, S.; Stoeva M.; Lewis, C. *The Effect of Quality Control on Some X-Ray Tube Output Parameters*. Physica Medica **17** (4), 42-46 (2001).

7. Stoeva, M.; Spassov, G.; Tabakov, S. *A PC Program for Building of Database for Quality Control in Diagnostic Radiology*. *Physica Medica* **17** (4), 38-41 (2001).
8. Behrman, R.H. *The Impact of Increased AL Filtration on X-Ray Tube Loading and Image Quality in Diagnostic Radiology*. *Med. Phys.* **30** (1), 69-78 (2003).
9. Potiens, M.P.A.; Caldas, L.V.E. *Calibration of kVp Meters used in Quality Control Tests in Diagnostic Radiology by Spectrometry*. *Radiat. Prot. Dosim.* **98**(3), 343-346 (2002).
10. Potiens, M.P.A. *Metodologia Dosimétrica e Sistema de Referência para Radiação X Nível Diagnóstico*. Tese (doutoramento), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, Brasil (1999).
11. International Organization for Standardization. *X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and Determining their Response as a Function of Photon Energy. Part 3: Calibration of Area and Personal Dosemeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence*. ISO/FDIS 4037-3 (1997).
12. Fehrenbacher, G. Tesfu, K. , Panzer, W. E Regulla, D. *Determination of Diagnostic X-Rays Spectra Scattered by a Phantom*, *Radiat. Prot. Dosim.*, **71** (4), 305-308 (1997).