

ESTUDO DA DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DE MONITORES PORTÁTEIS DE RADIAÇÃO USADOS EM RADIODIAGNÓSTICO

Maria da Penha 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

Com o objetivo de se estudar a dependência energética de monitores portáteis (tipo câmaras de ionização) que são usados para fins de monitoração de área em Radiodiagnóstico, foram estabelecidas quatro qualidades de radiação de acordo com a norma ISO 4037-3 (série N, feixe estreito), com energias médias de 33 a 83 keV e camadas semi-redutoras de 0,09 a 1,10 mmCu. Tais monitores são encaminhados rotineiramente ao laboratório para a calibração e são utilizados na área de Radiodiagnóstico. Os testes foram realizados inicialmente com radiação gama de ^{60}Co e depois nas qualidades ISO estabelecidas e o comportamento destes instrumentos nestas energias foi analisado. No intervalo de radiação X estudado a maioria dos instrumentos apresentou em torno de 50% de dependência energética, e em relação à radiação gama de ^{60}Co todos os instrumentos apresentaram uma dependência energética muito maior ainda.

Palavras Chave : radiodiagnóstico, calibração, radiação X, radiação gama.

I. INTRODUÇÃO

Por mais de 90 anos, desde a sua descoberta, os raios X têm sido muito utilizados em radiologia diagnóstica. Mais recentemente, o uso de radionuclídeos e os computadores modernos têm melhorado as diversas técnicas de Medicina Nuclear, onde a injeção de radiofármacos no corpo fornece informações anatômicas e fisiológicas. A combinação destes procedimentos, na maioria dos países, faz com que a radiologia diagnóstica seja a maior fonte de radiação produzida pelo homem; cerca de 90% da exposição da população é devida ao radiodiagnóstico [1].

No Brasil, desde a publicação da portaria 2043, de 12 de dezembro de 1994 do Ministério da Saúde, que instituiu o Sistema de Garantia da Qualidade para os equipamentos de diagnóstico pertencentes aos Serviços de Radiologia, tem-se percebido uma crescente preocupação em que sejam desenvolvidos métodos e arranjos especiais para a calibração dos medidores de radiação que são utilizados nestes equipamentos.

Com o objetivo de se estabelecer um protocolo de calibração para todos os instrumentos medidores de radiação utilizados em Radiodiagnóstico, o Laboratório de Calibração do IPEN já possui 5 qualidades de radiação que foram estabelecidas no sistema de raios X Neo-Diagnomax para a calibração de instrumentos utilizados em

Radiodiagnóstico para medidas de feixe direto [2]. O objetivo deste trabalho é estabelecer qualidades de radiação no mesmo sistema para o estudo da dependência energética de monitores portáteis utilizados em medidas de monitoração de área nos sistemas de Radiodiagnóstico e que são encaminhados rotineiramente para o laboratório para a calibração com radiação gama de ^{60}Co .

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Um sistema gerador de raios X (nível Radiodiagnóstico), marca Medicor Mövek Röntgengyara, modelo Neo-Diagnomax (125 kV) foi utilizado. As qualidades implantadas fazem parte da série de radiação de feixe estreito (N), recomendadas pela norma ISO 4037, parte 3 [3], e estão relacionadas na TABELA 1. 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. Foi utilizada como referência uma câmara de ionização cilíndrica com 30 cm^3 , marca Physikalisch-Technische Werkstätten (PTW), Alemanha, modelo M23361, acoplada a um eletrômetro marca PTW, modelo UNIDOS 10001.

TABELA 1. Qualidades de Radiação X da série N estabelecidas no Laboratório de Calibração do IPEN

Q ^a	Tensão (kV)	Filtração Adicional		CSR ^b (mmCu)	E _m ^c (keV)
		mmAl	mmCu		
N 40	40	4	0,21	0,09	33,0
N 60	60	4	0,60	0,24	48,0
N 80	80	4	2,00	0,59	65,0
N 100	100	4	5,00	1,10	83,0

- a. Qualidade da radiação
b. Camada semi-redutora
c. Energia média

Nestas qualidades foram testados cinco monitores portáteis dos tipos mais comuns utilizados em monitorações de área nos sistemas de Radiodiagnóstico e que são encaminhados rotineiramente ao Laboratório de Calibração do IPEN. Como estes monitores são câmaras de ionização não seladas, todas as leituras foram corrigidas para as condições ambientais (fator de correção para temperatura e pressão). Todos os instrumentos foram testados inicialmente em campos de radiação gama de ⁶⁰Co (energia média de 1250 keV), que é a radiação de referência, inclusive de fabricantes, para a maioria dos monitores portáteis. Em seguida, foram realizadas as medidas com radiação X. As características destes instrumentos estão relacionadas na TABELA 2.

TABELA 2. Principais Características dos Instrumentos Testados

Instrumento	Janela (mg/cm ²)	Volume (cm ³)
A. Vic. 450P-1	Plástico condutor (200mg/cm ²)	300
B. Vic. 450P-2	Plástico condutor (200mg/cm ²)	300
B. Vic. 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

III. RESULTADOS

A câmara de referência foi calibrada com rastreabilidade ao laboratório primário alemão PTB para a radiação gama de ⁶⁰Co, com uma incerteza em torno de ± 2%. A transferência deste fator para o intervalo de

radiação medido foi feita utilizando-se os fatores de calibração normalizados para ⁶⁰Co encontrados em um estudo de dependência energética para este modelo de câmara realizado no laboratório padrão secundário alemão Institut für Strahlenschutz, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH. Estes fatores estão relacionados na TABELA 3, que mostra ainda os valores de taxa de kerma no ar (\dot{K}_{ar}) obtidos com a câmara de referência.

TABELA 3. Valores de Taxa de Kerma no Ar obtidos com a Câmara de Referência

Q ^a	Tensão (kV)	E _m ^b (keV)	K _q ^c	\dot{K}_{ar}^d (mGy/min)
N 40	40	33,0	1,03	130
N 60	60	48,0	0,984	71
N 80	80	65,0	1,00	28
N 100	100	83,0	0,979	16

- a. Qualidade da radiação
b. Energia média
c. Fator de calibração normalizado para ⁶⁰Co
d. Taxa de kerma no ar

Para o estudo da dependência energética dos monitores testados foi utilizada a radiação gama de ⁶⁰Co como referência. O comportamento dos instrumentos pode ser visto no TABELA 4. Pode-se verificar que, com exceção de um modelo (monitor D com dependência de 4%), 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.

TABELA 4. Dependência Energética dos Monitores Testados (Câmaras de Ionização) em Campos de Radiação X

Q ^a	K _q ^b				
	A	B	C	D	E
N 40	1,39	1,29	1,42	0,816	3,73
N 60	1,13	1,09	1,18	0,835	4,42
N 80	0,980	1,01	1,01	0,821	4,61
N 100	0,913	0,889	0,933	0,846	5,72

- a. Qualidade da radiação
b. Fator de calibração normalizado para ⁶⁰Co

IV. CONCLUSÃO

Pelo comportamento dos instrumentos testados verifica-se a importância de sua calibração nas qualidades de radiação X iguais às de utilização rotineira. A dependência energética mostrada pelos tipos mais utilizados de instrumentos 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. O estudo da dependência energética faz parte do programa de controle de qualidade do Laboratório de Calibração do IPEN para os monitores portáteis do tipo câmaras de ionização que rotineiramente são encaminhados para a calibração e que são utilizados na monitoração de área em sistemas de Radiodiagnóstico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro parcial, ao Institut für Strahlenschutz, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH, pelo treinamento oferecido e aos Srs. Valdir S. Carvalho e Eliomar Cerqueira pelo apoio técnico na confecção dos arranjos.

REFERÊNCIAS

- [1] Freitas, L. C. & Drexler, G., **The role of secondary standard dosimetry laboratories in diagnostic radiology.** Radiation Protection Dosimetry, vol. 43 (1-4), p 99-102, 1992.
- [2] Potiens, M.P.A. e Caldas, L.V.E. , **Preliminary calibration tests of instruments used at diagnostic radiology level,** Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 35, supplement part 2, p 1093, 1997.
- [3] International Organization for Standardization, **X and gamma reference radiations for calibrationg 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.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the energy dependence of survey meters (ionization chambers) used for area monitoring in Diagnostic Radiology systems. According to the norm ISO 4037-3 (series N, narrow beam) four radiation qualities were established, from 33 to 83 keV (medium energy) and half-value layers of 0,09 to 1,10 mmCu. Such monitors are sent yearly to the Calibration Laboratory of São Paulo for the calibration. The tests were made initially at the gamma radiation fields of ^{60}Co and after that at the ISO qualities established and the behavior of these instruments was analyzed. In the studied X radiation range most of the instruments presented around 50% of energy dependence, and in relation to the gamma radiation of ^{60}Co all instruments showed a very high energy dependence.