

Avaliação dos valores de taxa de kerma no ar dos sistemas de radiação X utilizados na calibração de instrumentos de medida em radiodiagnóstico

Jurema A. Miranda, Maria da Penha A. Potiens

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
jamiran@ipen.br mppalbu@ipen.br

Resumo

Neste trabalho foi efetuada a avaliação dos valores de taxa de kerma no ar, obtidos durante a calibração dos instrumentos medidores de radiação utilizados em sistemas de radiodiagnóstico, realizadas no Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN, bem como a sua variação de acordo com as condições ambientais. Esta avaliação faz parte do programa de controle de qualidade dos instrumentos que são utilizados como referência neste tipo de calibração. Foram analisadas as medidas realizadas no período de agosto de 2003 a abril de 2004, para o Sistema de Radiação X Medicor e de janeiro a maio de 2005 para o sistema de radiação X Seifert/Pantak. Uma câmara monitora foi adicionada ao feixe para verificação de possíveis variações na corrente elétrica que poderiam causar uma alteração no feixe primário para ambos os casos. Após o posicionamento da câmara monitora verificou-se um decréscimo máximo de 6,9 % para 90 kV no feixe primário, como era esperado. A partir daí os valores de taxa de kerma no ar apresentaram uma variação máxima de 8 %. O controle das condições ambientais (temperatura, pressão e umidade) foi feito utilizando-se medidores apropriados para cada caso e com sua devida calibração.

1. INTRODUÇÃO

Uma das finalidades de um programa de garantia da qualidade em radiodiagnóstico é estabelecer procedimentos de monitoração periódicos ou contínuos de desempenho dos equipamentos. Para garantir que os resultados sejam válidos e respeitados em qualquer instituição, indústria ou hospital faz-se necessário que os instrumentos utilizados para a avaliação deste desempenho sejam calibrados adequadamente. Diversos fatores influenciam na confiabilidade das calibrações realizadas por um laboratório, incluindo acomodações, condições ambientais, período de estabilização, entre outros, conforme requisitos para competência de laboratórios[1]. Portanto, é importante para o laboratório de calibração de instrumentos do IPEN, manter um programa de controle de qualidade dos seus instrumentos que são utilizados como referência na calibração dos instrumentos medidores de radiação em sistemas de radiodiagnóstico. Faz parte deste programa a avaliação contínua dos valores de taxa de kerma no ar dos sistemas de radiação X utilizados na calibração de instrumentos de medida em radiodiagnóstico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O instrumento de referência utilizado é uma câmara de ionização de placas paralelas com volume de 1 cm³, marca PTW, modelo 77334, acoplada a um eletrômetro marca PTW, modelo Unidos, tipo 10001, com rastreabilidade ao Laboratório de Dosimetria Padrão Primário Physikalisch-Technische Bundesanstalt localizado na Alemanha. As taxas de kerma no ar foram medidas no sistema de radiação X marca Medicor Mövek Röntgengyara localizado na Hungria, modelo Neo Diagnostax (125 kV) e no sistema alemão de radiação X marca Pantak/Seifert, modelo MXR-160/22. Nestes sistemas estão implantadas qualidades de radiação recomendadas pela norma IEC 61267[2,3] e apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Principais características das qualidades de radiação implantadas no sistema de radiação X Medicor

Qualidade da radiação	Tensão do Tubo (kV)	Filtração Total (mmAl)	Camada Semi-Redutora (mmAl)	Energia Efetiva (keV)
RQR 3	50	2,5	1,82	32,0
RQR 5	70	2,5	2,00	39,2
RQR 7	90	2,5	2,45	46,0

Tabela 2. Principais características das qualidades de radiação implantadas no sistema de radiação X Pantak/Seifert

Qualidade da radiação	Tensão do Tubo (kV)	Filtração Total (mmAl)	Camada Semi-Redutora (mmAl)	Energia Efetiva (keV)
RQR3	50	2,5	1,79	27,15
RQR5	70	2,5	2,35	30,15
RQR7	90	2,5	2,95	33,05
RQR9	120	2,5	3,84	37,05
RQR10	150	2,5	4,73	40,75

O sistema de radiação X marca Medicor Mövek Röntgengyara só pode ser utilizado até 90 kV, devido a uma limitação técnica da máquina, as medidas foram realizadas a 50 cm com uma corrente entre 4,5 e 5 mA. O sistema Pantak/Seifert pode ser utilizado até 150 kV e as medidas foram realizadas a 100 cm, com uma corrente de 10 mA. Os sistemas auxiliares para controle das condições ambientais utilizados foram: um termômetro de mercúrio com intervalo variando de -10 a +40 °C e precisão de 0,1 °C, um barômetro Veränderlich modelo

Domatic, com intervalo de medida entre 96 e 104 kPa e precisão de 0,1 kPa e um higrômetro Präzisions-Feden, com intervalo de medida entre 0 a 100% e com precisão de 1 %. Para os testes de repetitividade, fuga de corrente e estabilidade a longo prazo foi utilizada uma fonte de controle de ^{14}C da PTW, modelo 894, série DK405, atividade nominal de 3,7 MBq (1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O programa de controle de qualidade que vem sendo aplicado ao sistema de referência inclui um estudo contínuo da estabilidade da sua resposta por meio dos seguintes testes: repetitividade, estabilidade a longo prazo e fuga de corrente[4]. Os resultados obtidos mostraram para o teste de repetitividade uma variação máxima de 0,37 %. Para a estabilidade a longo prazo os valores estiveram sempre com uma variação percentual em relação ao valor de referência menores do que o valor recomendado(2 %). Este sistema não apresenta fuga de corrente significativa.

Para o sistema de radiação X Medicor foi feito um levantamento dos valores de taxa de kerma no ar encontrados no período de agosto de 2003 a abril de 2004, totalizando treze medidas para cada qualidade de radiação implantada. As variações encontradas entre estes valores estão relacionadas na Tabela 3. A variação máxima encontrada foi de 16 % para a qualidade RQR3 (50 kV). Com o objetivo de diminuir esta variação, uma câmara monitora foi adicionada ao feixe para verificação de possíveis alterações na corrente elétrica, que poderiam causar uma modificação no feixe primário. Após o posicionamento da câmara monitora verificou-se um decréscimo máximo de 6,9 % para 90 kV no feixe primário, como era esperado. A partir daí os valores de taxa de kerma no ar apresentaram uma variação máxima de 8 %.

Tabela3. Valores de taxa de kerma no ar obtidos no sistema de radiação X Medicor.

Qualidade da radiação	Tensão do Tubo (kV)	Taxa de Kerma no Ar (mGy/min)		Variação Máxima (%)
		Menor valor	Maior Valor	
RQR 3	50	$5,97 \times 10^{-3}$	$6,94 \times 10^{-3}$	16
RQR 5	70	$1,10 \times 10^{-2}$	$1,21 \times 10^{-2}$	10
RQR 7	90	$1,42 \times 10^{-2}$	$1,56 \times 10^{-2}$	9,8

Para o sistema de radiação X Pantak/Seifert, as medidas se iniciaram em janeiro de 2005 após a instalação da máquina no laboratório de calibração. Como parte da caracterização deste sistema várias medidas vem sendo realizadas para confirmação daquelas obtidas na sua implantação. Nove medidas foram realizadas para todas as qualidades implantadas, de 50 a 150 kV. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 4. As condições ambientais durante as medidas foram mantidas controladas, sendo que a temperatura se manteve entre 20 e 24 °C, e a umidade em torno de 50 %. Este equipamento já foi instalado com a câmara monitora, para

verificação e correção de alterações na corrente elétrica. Verifica-se que a variação para todas as tensões ficou próxima de 7,0 %.

Tabela 4. Valores de taxa de kerma no ar obtidos no sistema de radiação X Pantak/Seifert.

Qualidade da radiação	Tensão do Tubo (kV)	Taxa de Kerma no Ar (mGy/min)		Variação Máxima (%)
		Menor valor	Maior Valor	
RQR 3	50	24,01	25,74	7,2
RQR 5	70	47,12	50,41	7,0
RQR 7	90	74,21	79,65	7,3
RQR 9	120	121,24	129,96	7,1
RQR 10	150	174,53	186,79	7,0

3. CONCLUSÕES

As variações obtidas para os valores de taxa de kerma no ar no período estudado, mostram a importância na utilização de câmaras monitoras no feixe de radiação X, que podem indicar alterações na corrente elétrica aplicada ao tubo de raios X. O sistema de radiação X Medicor mostrou uma instabilidade maior para tensões menores, onde o valor de corrente aplicada ao tubo apresentava variações visíveis no mostrador da máquina.

Para o sistema mais novo, verificamos uma estabilidade maior no seu comportamento. As variações obtidas foram as mesmas em todo o intervalo de energia implantado. Esta variação pode estar relacionada com as condições ambientais, que embora tenham se mantido dentro da faixa recomendada para um laboratório de calibração[5], ainda não podem ser monitoradas no decorrer de uma irradiação. As medidas devem ser tomadas antes e depois das irradiações. Vale lembrar que é utilizado o método de calibração por substituição, portanto esta variação não afeta o resultado da calibração.

A avaliação contínua dos valores de taxa de kerma no ar nos sistemas de calibração de instrumentos utilizados em sistemas de radiodiagnóstico permite se detectar algum problema de mau funcionamento tanto do sistema de radiação como do sistema de referência. Uma investigação mais detalhada deve ser realizada para a verificação da influência de possíveis variações nas condições ambientais durante as calibrações.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao suporte financeiro parcial da FAPESP, CNPq, FINEP e AIEA.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas, “Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração”, (NBR ISO/IEC 17025), Brasil (2001).
2. International Electrotechnical Commission, “Medical diagnostic X-ray equipment- Radiation conditions for use in determination of characteristics”, (IEC 61267), Genève (1994).
3. M.P.A. Potiens, “Metodologia dosimétrica e sistema de referência para radiação X nível diagnóstico”, *Tese de Doutorado*, USP/IPEN, São Paulo, Brasil, (1999).
4. J.A. Miranda, M.P.A. Potiens. “Controle de qualidade de um sistema de referência para a calibração de instrumentos em radiodiagnóstico”. *Proceeding of VI ENAN - Encontro Nacional de Aplicações Nucleares*, Rio de Janeiro, Brasil, 11-16 de Agosto, CD-ROM (2002).
5. Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, “Requisitos para operação de laboratórios de calibração de instrumentos de medição para radiação ionizante usados em radioproteção”, CRIOLAB04.DOC- 15/04/99, Rio de Janeiro, Brasil (1999).