

Implantação de método não invasivo para calibração de medidores de tensão de pico (kVp).

Noninvasive method for the calibration of the peak voltage (kVp) meters.

MACEDO EM¹, NAVARRO MVT¹, PEREIRA L¹, GARCIA IFM¹, NAVARRO VCC¹.

¹ Laboratório de Produtos para a Saúde do Instituto Federal da Bahia (LABPROSAUD-IFBA), Salvador-BA.

E-mail: ematosmacedo@gmail.com

Resumo: Controle de qualidade no radiodiagnóstico é um dos mecanismos que minimizam as exposições às radiações ionizantes, sendo a medida da tensão do tubo um dos principais testes. Por isso, a calibração dos medidores não invasivos de tensão é imprescindível para manter a confiabilidade metrológica, dos testes de controle de qualidade. Assim, esse trabalho descreve a implantação no LABPROSAUD-IFBA, da metodologia de calibração da grandeza tensão de pico pelo método da substituição, utilizando medidor padrão não invasivo. Os resultados revelaram ótimo desempenho quando comparados às calibrações com métodos invasivos, apresentando diferença máxima de 4%, contemplada nos intervalos das incertezas das calibrações.

Palavras-chave: Tensão de Pico. Medidores não invasivos de tensão. Calibração por substituição. Controle de qualidade.

Abstract: Quality control in diagnostic radiology is one of the mechanisms that minimize radiation exposure, and the measurement of tube voltage is one of the main test in these procedures. So, the calibration of non-invasive tube voltage meters is essential to maintain the metrological reliability of quality control tests. Thus, this work describes the implementation of the calibration methodology of the quantity tube peak voltage by the substitution method, using non-invasive standard meter, at LABPROSAUD-IFBA. The results showed great performance and when compared with calibrations by invasive methods, showed maximum difference of 4%, contemplated in the uncertainty ranges of the calibrations.

Keywords: Peak voltage. Non-invasive kVp meters. Substitution method. Quality control.

1. INTRODUÇÃO

O controle de qualidade (CQ) em Radiologia Diagnóstica é um dos mecanismos de otimização que devem ser adotados para garantir boas imagens e minimizar as exposições médicas. A grandeza tensão de pico é de extrema importância para o CQ, por influenciar a qualidade da imagem, bem como as doses nos pacientes.

A tensão de pico de um tubo de raios X pode ser medida de forma invasiva, a partir de um medidor acoplado ao circuito do tubo, de forma não invasiva, através de espectrometria ou através de medidores específicos, que avaliam a energia do feixe através da absorção em filtros [1].

Diante da importância da otimização de procedimentos a fim de reduzir a dose absorvida pelo paciente e melhorar a qualidade da imagem obtida, a Portaria SVS/MS nº 453/98 dispõe de uma seleção mínima de testes de CQ com periodicidades variadas, entre os quais está a exatidão do indicador da tensão de tubo, que deve ser realizado anualmente. É necessário, ainda, instituir mecanismos de manutenção da qualidade e rastreabilidade das medições dos medidores, uma vez que a deterioração desses equipamentos tem impacto direto sobre as medidas. Especificamente para tensão no tubo de raios X, o limite máximo de tolerância para o desvio (diferença entre valor de tensão nominal e o valor medido) é $\pm 10\%$ [2].

A calibração dos medidores é realizada em laboratórios utilizando um dos dois métodos encontrados na Publicação IAEA/TRS 457 [3]. Um método utiliza um divisor de tensão de referência conectado em paralelo ao gerador e ao tubo de raios X e, no segundo, um medidor de tensão de pico não invasivo de referência calibrado por um laboratório de referência. Na norma IEC 61676:2009 são descritos os limites de tolerância das grandezas que influenciam nas

medidas realizadas pelos detectores não invasivos e a incerteza máxima requerida para a calibração destes medidores de tensão no tubo não deve ultrapassar 5% [4].

Assim, o objetivo deste trabalho descrever a implantação da calibração de medidores de tensão de pico (kVp) através de um medidor padrão não invasivo calibrado por um laboratório de referência através do método da substituição, no Laboratório de Produtos para a Saúde (LABPROSAUD).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A instrumentação de referência foi composta por um Gerador de raios X de potencial constante e ripple menor que 4% (GE – ISOVOLT Titan E), com um tubo de raios X de tensão máxima 160 kV (ISOVOLT 160 M2); Sistema multimedidor de estado sólido não invasivo (PTW – NOMEX) ligado a um computador via USB, com software próprio. Este instrumento é rastreável ao laboratório primário alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Utilizou-se ainda um sistema de monitoramento do feixe (câmara monitora PTW - 786 + Eletrômetro PTW UNIDOS weblin). Os instrumentos e acessórios foram montados conforme o arranjo recomendado na TRS 457. É válido ressaltar que para todas as exposições realizadas neste trabalho algumas características foram fixas, como a distância do ponto focal ao medidor de radiação em 100 centímetros (cm), o campo de radiação na posição do detector com 12,5 cm de diâmetro, corrente no tubo de 10 mA e tempo de exposição de 5 s para cada exposição.

As qualidades escolhidas foram a RQR 3 (50 kV), RQR 5 (70 kV) e RQR 7 (90 kV), utilizadas em medições associadas à radiologia convencional, fluoroscopia e radiologia odontológica. O método da substituição para calibração obedeceu às etapas: 5 medidas para o medidor de referência, 5 medidas para o corpo de

prova e por fim o cálculo do coeficiente de calibração a partir da média das medidas. Os corpos de prova utilizados neste trabalho foram: RADCAL: Accu-kV 4082 + sensor 40X5-W, RTI: Piranha Black, RTI: Piranha Red e RADCAL: 9095 + sensor 40X5-W.

A estimativa das incertezas de medição baseou-se no Guia para a Expressão de Incerteza de Medição (GUM - INMETRO) [5].

3. RESULTADOS

Após a montagem do sistema, foram ensaiados os quatro corpos de prova. Os resultados dos coeficientes de calibração e a incerteza expandida para um fator de abrangência $k=2$ e nível de confiança de 95,45% estão na tabela 1.

Os resultados declarados nos certificados da última calibração de cada um dos corpos de prova também constam na tabela 1. Ressalta-se que essas últimas calibrações foram realizadas em outros laboratórios no Brasil e na Alemanha, entre os períodos de 2006 a 2014, através do método de calibração com medidor padrão invasivo, sendo esses dados utilizados como comparativo para avaliar a qualidade da calibração realizada no LABPROSAUD através do método de substituição. Como uma ferramenta

facilitadora na comparação entre os resultados, uma relação entre os coeficientes de calibração obtidos em outros laboratórios e no LABPROSAUD foi inserida na tabela 1.

Na tabela 2 apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos da estimativa das incertezas de medição para as calibrações a partir de medidor padrão não invasivo realizadas no LABPROSAUD em comparação com as estimativas apresentadas no trabalho de TRAN NT[1].

Tabela 2 - Componentes de incerteza utilizadas no estudo.

Componente Tipo	Labprosaud		TRAN et al	
	A(%)	B(%)	A(%)	B(%)
Calibração do padrão		1,5	Não avaliada	
Exatidão do padrão		1,5		1,0
DPEM ¹ do padrão	0,11		0,3	
Resolução do padrão		0,5		0,03
Reprodutibilidade da fonte de raios-X		0,28		0,30
DPEM ¹ do corpo de prova	0,15		0,5	
Resolução do corpo de prova		0,5		0,03
Condições diferentes de calibração	1			1
Incerteza padrão combinada	1,7%		1,56%	
Incerteza expandida	3,4% ($k = 2$)		3,12% ($k = 2$)	

¹DPEM: Desvio padrão experimental da média

Tabela 1 - Dados comparativos entre a nova calibração realizada no LABPROSAUD e a última calibração realizada em cada corpo de prova.

Corpo de Prova	Qualidade	Accu-kV 40X5-W		Piranha Black		Piranha Red		9095 40X5-W	
		$N_{kV}(A)$	U_A %	$N_{kV}(A)$	U_A %	$N_{kV}(A)$	U_A %	$N_{kV}(A)$	U_A %
Calibração com padrão não invasivo (LABPROSAUD)	RQR 3	0,99	3,4	1,03	3,4	1,03	3,4	0,98	3,4
	RQR 5	0,99	3,4	1,02	3,4	1,01	3,4	1	3,4
	RQR 7	1,02	3,4	1,01	3,4	1,01	3,4	1	3,4
Última calibração, Padrão invasivo (Outros laboratórios)	RQR 3	1,00	5	1,00	0,64	1,00	0,64	0,94	2
	RQR 5	1,03	7	1,00	0,64	1,00	0,64	0,97	2
	RQR 7	1,02	9	1,00	0,64	1,00	0,64	0,94	2
Relação $\frac{N_{kV}(A)}{N_{kV}(B)}$	RQR 3	0,99		1,03		1,03		1,04	
	RQR 5	0,96		1,02		1,01		1,03	
	RQR 7	1,00		1,01		1,01		1,06	

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados das calibrações realizadas no estudo podem ser analisados a partir da relação entre os coeficientes de calibração obtidos no LABPROSAUD e nos últimos certificados de calibração dos instrumentos. Esta relação indica o grau de concordância entre os resultados das calibrações. Os resultados do intervalo das medições das três qualidades de radiação para os corpos de prova Accu-kV, Piranha Black e Piranha Red variou entre 0,96 a 1,03, o que mostra uma boa concordância entre os intervalos (levando em consideração as incertezas de medição dos N_{kV} 's), indicando que o sistema utilizado no LABPROSAUD gera resultados compatíveis com os resultados apresentados no certificado da última calibração realizada através de padrão invasivo.

Um comportamento diferente ocorreu nos dados de calibração para o Radcal 9095 + sensor 40X5-W, visto que na última calibração foram comparados valores de PPV do padrão com valores de kVp do corpo de prova. Logo, obtivemos os dados de $N_{kV}(B)$ do certificado variando de 0,94 a 0,97. Os valores de $N_{kV}(A)$ encontrados foram entre 0,98 e 1,00, o que demonstra maior concordância com o valor de referência. Conseqüentemente, a comparação entre $N_{kV}(A)$ e $N_{kV}(B)$ se mostrou mais discrepante (valores de 1,03 a 1,06) em comparação com os outros corpos de prova (valores de 0,96 a 1,03).

A incerteza expandida de 3,4% para $k=2$, estimada para as calibrações realizadas neste trabalho, mostrou-se em conformidade com a incerteza total de 5% requisitada pelas normas IEC 61676:2009 e IAEA TRS n° 457:2007 [3,4]. Quando comparada com a incerteza expandida de 3,12% para $k=2$, publicada por TRAN NT, a incerteza expandida estimada neste trabalho foi

da mesma ordem, o que reafirma a qualidade das calibrações realizadas neste trabalho. A tabela 2 também apresenta as componentes de incerteza e as contribuições de cada delas utilizadas em ambos os trabalhos. Sendo que a componente herdada do certificado de calibração do medidor padrão não foi avaliada por TRAN NT [1].

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no LABPROSAUD - IFBA, através de projetos financiados pela FINEP, MS e SECTI/FAPESB/ProParq.

REFERÊNCIAS

- [1] Tran NT, Limoto T, Kosako T. Calibration of kVp meter used in quality control tests of diagnostic x-ray units. Rad Protec Dosim 2012, Vol. 148, No. 3, pp. 352–57.
- [2] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Portaria no 453/98, de 1/6/1998. Diário Oficial da União, Brasília; 2 de junho de 1998.
- [3] International Atomic Energy Agency. Dosimetry in diagnostic radiology – An International Code of Practice. Test Report Series n° 457; Viena: 2007.
- [4] International Electrotechnical Commission. Medical electrical equipment – Dosimetric instruments used for non-invasive measurement of Xray tube voltage in diagnostic radiology (IEC 61676:2002). Geneva: International Electrotechnical Commission; 2002
- [5] Inmetro. Avaliação de dados de medição. Guia para a Expressão de Incerteza de Medição. GUM 2008. Rio de Janeiro; IMMETRO; 2012.