

Comparação entre métodos de calibração do Produto kerma-área (P_{KA})

Comparison between calibration methods of Kerma-area Product (P_{KA})

Navarro VCC¹, Macêdo EM¹, Pereira LCS¹, Modesto IF¹, Ferreira M¹ e Navarro MVT¹.

1 Instituto Federal da Bahia – IFBA - Laboratório de Produtos para a Saúde – LABPROSAUD

E-mail: valeria@ifba.edu.br

Resumo: O P_{KA} é uma relevante grandeza dosimétrica utilizada principalmente em procedimentos intervencionista, sendo importante sua calibração para a manutenção da confiabilidade metrológica. Como existem dois métodos para calibração desses medidores (método da substituição e método da medida direta do kerma e área), o objetivo do estudo foi comparar esses métodos, visando indicar qual a melhor opção a ser implantado no Laboratório Labprosaud/IFBA. Os resultados revelaram boa equivalência dos métodos, com concordância mínima de 99,2% entre os fatores de calibração. Entretanto, o método de calibração por substituição assegura maior confiabilidade metrológica, com incertezas 60% menores, tendo sido implantado no Labprosaud.

Palavras-chave: Produto Kerma-área (P_{KA}). Calibração de medidores de P_{KA} . Confiabilidade metrológica.

Abstract: P_{KA} is a relevant dosimetric quantity utilized mainly in interventional radiology procedures, and it's calibration essential for maintenance of the metrological reliability in measurements. As there are two methods to calibrate this kind of meters (substitution method and directly measuring kerma and area), the goal of this study was to compare them, in order to indicate which is the better option to be implanted at Calibration Laboratory Labprosaud/IFBA. The results showed a good equivalence between two methods, with minimal concordance of 99,2% between calibration factors. However, the substitution method ensure higher metrological reliability with uncertainties 60% lower. This method was implanted at Labprosaud.

Keywords: Kerma-area product (P_{KA}). Calibration of KAP meters. Metrological reliability.

1. INTRODUÇÃO

Os procedimentos de radiologia diagnóstica e intervencionista representam importantes

ferramentas de atenção à saúde humana, como também as principais fontes de exposições às radiações ionizantes produzidas pelo homem. Neste contexto, a grandeza Produto Kerma-área

(P_{KA}) é um importante indicador para otimizar as exposições dos pacientes .

Os medidores para avaliar essa grandeza, são utilizados, basicamente de duas formas: acoplados ao cabeçote do equipamento de raios X ou portáteis, utilizados em testes de Controle de Qualidade (CQ).

Os laboratórios de calibração desempenham um importante papel no processo de garantia da confiabilidade metrológica das medidas realizadas, devendo indicar a estimativa das incertezas, a fim de refletir a qualidade, confiança e segurança dos processos de medição[1]

O P_{KA} é definido como a integral do produto do Kerma no ar pela área do feixe de raios X, perpendicular ao eixo do feixe [2], tendo sua calibração usual baseada no método descrito pela publicação IAEA/TRS 457, que consiste em determinar um valor de Kerma no ar, multiplicado pela área irradiada no medidor padrão.

Um método alternativo consistiria em uma adaptação do método de calibração por substituição, no qual se relaciona diretamente a medida de P_{KA} do equipamento de referência com a medida de P_{KA} obtida no equipamento a ser calibrado[3].

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar as incertezas associadas aos dois métodos, para definir qual o melhor método a ser implantado no Labprosaud/IFBA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As medidas foram realizadas com o arranjo de calibração apresentado na figura 1, com as seguintes características: medidas para radiação incidente na superfície de entrada das câmaras de P_{KA} , distância do ponto focal ao medidor de radiação (d_r) em 100 cm, distância do ponto focal

ao colimador (d_a) em 95 cm, dimensões da abertura do colimador de 4,75 x 4,75 cm, que fornece um campo de radiação quadrado de 5 x 5 cm, corrente no tubo de 10 mA e tempo de exposição de 15 a 20 s cada exposição.

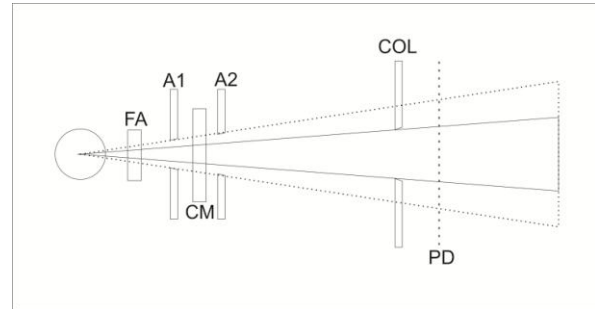


Figura 1. Arranjo utilizado para as calibrações de medidores de P_{KA} para radiação incidente, utilizando os métodos da TRS 457 e substituição. Legenda: FA: Filtração adicional; A1 e A2: Aberturas; CM: Câmara monitora; COL: Colimador quadrado de 47,5x47,5 cm; PD: Plano de detecção. Figura retirada e adaptada da IAEA/TRS 457 [2].

As medidas foram realizadas com as qualidades de radiação RQR 3, RQR 5 e RQR 7 [4]. A execução dos testes obedeceu às seguintes etapas: realização de 5 medidas para os medidores de referência, realização de 5 medidas para o corpo de prova e por fim, o cálculo do coeficiente de calibração a partir da média das medidas.

Foi utilizado um gerador de raios X de potencial constante, com um tubo de raios X de tensão máxima 160 kV (Isovolt Titan E 160 M2).

As descrições dos métodos serão apresentadas a seguir:

2.1 Método recomendado pela TRS 457

Este método consiste em medir o valor de kerma no ar, com uma câmara de ionização, multiplicado pela área de irradiação medida, indicando assim o valor de P_{KA} .

A instrumentação de referência para este método foi composta por um eletrômetro PTW UNIDOSWeblin e uma câmara de ionização

PTW de 6 cm³. Este padrão é rastreável ao laboratório primário alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Utilizou-se ainda um sistema para monitoramento do feixe (câmara monitora PTW - 786 + Eletrômetro PTW UNIDOSWebline).

O cálculo do fator de calibração para uma determinada qualidade (Q), foi realizado utilizando a equação (2):

$$N_{P_{KA,Q}} = \dot{K} A \left(\frac{d_r}{d_a} \right)^2 \left(\frac{1}{M_{KAP} k_{TP}} \right) \quad (2)$$

Onde \dot{K} é valor de taxa de kerma no ar de referência, A é a área da abertura do colimador, d_r é a distância fonte-detector, d_a é a distância fonte-colimador, M_{KAP} é a medida de taxa do PKA obtida no CP e k_{TP} é o fator de correção para a densidade do ar.

2.2 Método de calibração por substituição direta

A instrumentação de referência para este método foi o sistema de medição de PKA, PTW Diamontor M4-KDK, com rastreabilidade ao laboratório primário PTB. O cálculo do fator de calibração para uma determinada qualidade (Q) foi calculado pela equação (3):

$$N_{P_{KA,Q}}^{CP} = N_{P_{KA,Q}}^{ref} \left(\frac{(Mk_{TP})_Q^{ref}}{(mk_{TP})_Q^{ref}} \right) \left(\frac{(mk_{TP})_Q^{CP}}{(Mk_{TP})_Q^{CP}} \right) \quad (3)$$

Onde $N_{P_{KA,Q}}^{ref}$ é o fator de calibração do sistema de referência, M é a medida realizada no medidor de radiação de referência no corpo de prova, m é a medida da câmara monitora no momento da irradiação do sistema de referência ou do corpo de prova, k_{TP} é o fator de correção para a densidade do ar.

A estimativa das incertezas de medição baseou-se no ISO/GUM [5], sendo as

componentes avaliadas, em concordância com as recomendações da TRS 457.

Foi utilizado o medidor IBA KermaX como corpo de prova

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de referência para os métodos avaliados estão apresentados na tabela 1.

Embora exista pequena discrepância da relação entre os métodos, à medida que se muda a qualidade do feixe de radiação, observa-se uma concordância entre 99,2% e 100%, para os valores de referência, indicando boa equivalência entre os métodos.

Tabela 1 – Valores de P_{KA} de referência.

Qualidades	TRS 457	Substituição	Relação
	mGy.cm ² /s	mGy.cm ² /s	
RQR 3	7,36	7,36	1,000
RQR 5	15,11	15,15	0,997
RQR 7	20,43	20,59	0,992

Os fatores de contribuição para a estimativa da incerteza total dos fatores de calibração (N_{PKA}) obtidos em ambos os métodos estão descritos na tabela 2.

Embora haja uma boa coincidência entre os valores de referência obtidos com os padrões utilizados, a incerteza total calculada para o método TRS 457 é de 4,8%, ante aos 3,0% estimados para o método da substituição. Isso ocorre devido à alta dependência geométrica do arranjo do primeiro método, o que não acontece no segundo.

Em estudo realizado por HETLAND et al (2009), que avaliou a qualidade de calibrações realizadas com o método de substituição, observou-se um resultado de incerteza total expandida de 3,8%, enquanto que para este trabalho obtivemos 3,0% [3].

Tabela 2 – Componentes de incerteza avaliadas em ambos os métodos, e os valores de contribuição em % ($k=1$).

Fonte de incerteza	TRS 457	Substit.
Incerteza do fator de calibração declarado pelo Laboratório primário	0,4	0,8
Diferenças entre as qualidades de radiação	0,2	0,8
Incerteza das leituras do medidor padrão	0,1	0,1
Resolução do medidor padrão	0,3	0,6
Comp. eletromagnética	0,5	0,5
Estabilidade de longo período	0,9	0,4
Homogeneidade do campo	1,0	0,1
Polarização da câmara	0,1	0,1
Influências do Eletrômetro	0,3	0,5
Incerteza fator de correção para densidade do ar (k_{TP})	0,1	0,1
Influência da geometria do arranjo	1,9	N/A
Inc. Combinada	2,4	1,5
Incerteza expandida ($k=2$)	4,8	3,0

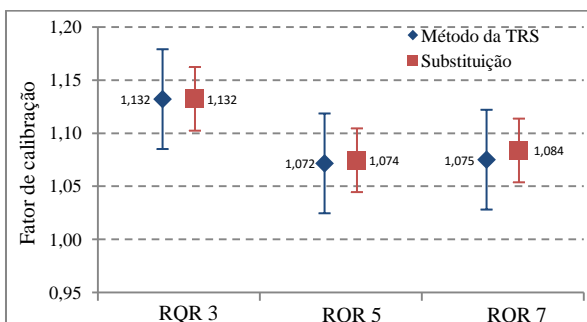


Figura 2. Gráfico de comparação dos coeficientes de calibração com incerteza de medição para cada método.

Como forma de visualizar simultaneamente a concordância entre os métodos, as diferenças nas estimativas das incertezas de medição e os resultados das calibrações do corpo de prova, foi elaborado o gráfico da figura 2.

4. CONCLUSÕES

Os valores de referência encontrados, associados com as incertezas de medição estimadas mostram que ambos os métodos são passíveis de serem utilizados para calibrar medidores de P_{KA} .

Na comparação entre os métodos, observa-se um valor 60,0% maior na estimativa de incerteza para o método proposto pela IAEA/TRS 457, indicando que é preferível se utilizar o método de calibração por substituição, além de promover uma avaliação mais fidedigna do equipamento, realizando medidas com métodos mais próximos da sua utilização em campo.

REFERÊNCIAS

- [1]. Costa NA. Desenvolvimento de uma metodologia de calibração e testes de medidores do produto KERMA-ÁREA. 2013;74.
- [2]. IAEA (International Atomic Energy Agency). Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice. Vienna; 2007;1–372.
- [3]. Hetland PO, Friberg EG, Ovrebø KM, Bjerke HH. Calibration of reference KAP-meters at SSDL and cross calibration of clinical KAP-meters. Acta Oncol. 2009;48(2):289–94.
- [4]. International Electrotechnical Commission. Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in the determination of characteristics (IEC 61267:2005). Geneva: International Electrotechnical Commission; 2005.
- [5]. Baratto AC, Damasceno JC, Filho JT. Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão d e incerteza de medição – GUM 2008 Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.