

Implantação do Método da Substituição para Calibração de Câmaras de Ionização do Tipo Poço

Implementation of the Substitution Method for Calibrating Well-Type Ionization Chambers

V M Castro¹, C F E Alves², M H H Marechal³, M A C Cruz⁴, L A G Magalhães⁵ and S P Leite^{1,2}

¹ Laboratório de Ciências Radiológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 20550-900, Brasil.

² Fundação Técnico Educacional Souza Marques, Rio de Janeiro, 21310-310, Brasil.

vanessa_mondaini@yahoo.com.br

Resumo. O Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) é o único no Brasil que realiza o serviço de calibração de câmaras de ionização do tipo poço, utilizadas pelo usuário para determinação da taxa de kerma no ar (K_R) de fontes de ^{192}Ir de braquiterapia de alta taxa de dose. O valor do coeficiente de calibração (N_K) do conjunto dosimétrico do usuário é determinado por meio do K_R obtido por uma câmara farmer utilizando o Método das Múltiplas Distâncias (MMD). A determinação do K_R da fonte por esse método pode durar de quatro a seis horas, dependendo da atividade da fonte. Caso essa atividade esteja abaixo de 222 GBq (6 Ci), a determinação do K_R pode se tornar inviável. Este trabalho apresenta o estudo realizado para implantar no LCR o Método da Substituição (MS). A calibração por meio do MS tem a vantagem de não depender da determinação do K_R para a fonte utilizada na calibração, apenas do coeficiente de calibração do conjunto dosimétrico de referência. Através do MS, os conjuntos dosimétricos dos usuários serão calibrados em comparação a um conjunto dosimétrico de referência que foi definido a partir do histórico de estabilidades que os conjuntos dosimétricos do LCR possuem. A partir da escolha dessa câmara de referência, foi possível avaliar as componentes de incertezas baseadas na equação funcional do MS. As incertezas avaliadas para o N_K do conjunto dosimétrico do usuário obtido por meio do MS, foi de $\pm 2,2\%$, $k=2$. Esse valor encontrado para o MS está compatível com a incerteza do Método utilizado atualmente. Além da incerteza que mostra a viabilidade da aplicação do método, foram feitos três testes para aplicação do MS em dados de calibrações dispostas no banco de dados do LCR. Todos os testes realizados, tiveram o objetivo de verificar a diferença entre os N_K obtido por meio do MMD e o N_K determinado a partir do MS. A maior diferença encontrada nos testes foi de 1,57%. Isso mostra que os resultados do MS são equivalentes aqueles obtidos pelo MMD, considerando o intervalo de incerteza estimado para ambos os métodos. Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que MS pode ser utilizado no processo de calibração de conjuntos dosimétricos utilizados para determinação da taxa de kerma no ar de fontes de ^{192}Ir de alta taxa de dose.

Abstrat. The Laboratory of Radiological Sciences (LCR) of the State University of Rio de Janeiro (UERJ) is the only one in Brazil that performs the calibration service of well-type ionization chambers, used by the user to determine the air kerma rate (K_R) from high dose rate brachytherapy ^{192}Ir sources. The value of the calibration coefficient (N_K) of the user's dosimetry set is determined by means of the K_R obtained by a farmer camera using the Multiple Distance Method (MMD). Determining the K_R of the source by this method can take from four to six hours, depending on the activity of the source. If this activity is below 222 GBq (6 Ci), the K_R determination may become unfeasible. This paper presents the study carried out to implement the Substitution Method (MS) in the LCR. Calibration using MS has the advantage of not depending on the K_R determination for the source used in the calibration, only on the calibration coefficient of the Reference dosimetry set. Through the MS, the users' dosimetry sets will be calibrated in comparison to a reference dosimetry set that was defined based on the history of stability that the LCR dosimetry sets have. From the choice of this reference chamber, it was possible to evaluate the uncertainty components based on the MS functional equation. The uncertainties evaluated for the N_K of the user's dosimetric set obtained through the MS, was $\pm 2.2\%$, $k=2$. This value found for MS is compatible with the uncertainty of the currently used method. In addition to the uncertainty that shows the feasibility of applying the method, three tests were performed to apply the MS to calibration data arranged in the LCR database. All the tests carried out had the objective of verifying the difference between the N_K obtained through the MMD and the N_K determined from the MS. The biggest difference found in the tests was 1.57%. This shows that the MS results are equivalent to those obtained by the MMD, considering the uncertainty range estimated for both methods. With the results obtained in this work, it can be stated that MS can be used in the calibration process of dosimetric sets used to determine the air kerma rate of high dose rate ^{192}Ir sources.

1. Introdução

O LCR, em 2011, foi o pioneiro na América Latina a ofertar o serviço de calibração de câmaras de ionização do tipo poço (Conjuntos Dosimétricos) utilizadas na dosimetria de fontes de ^{192}Ir em braquiterapia de alta taxa de dose. Este tipo de serviço, até então, estava disponível apenas em Laboratórios da Europa e dos Estados Unidos.

Em 2018, o serviço de calibração de conjuntos dosimétricos do LCR passou a ser acreditado junto ao CGCRE/ INMETRO. Como consequência, esse serviço passou a pertencer à Rede Brasileira de Calibração (RBC) e ter seus certificados de calibração internacionalmente reconhecidos.

Essas calibrações de câmaras de ionização do tipo poço só foram possíveis através de pesquisas desenvolvidas no LCR com as teses de doutorado de Maria Helena Da Hora Marechal e Renato Di Prinzio. Esses trabalhos possibilitaram a construção de um sistema de posicionamento da câmara do tipo farmer e da fonte de ^{192}Ir cuja intensidade de Kerma no ar é determinada, Método das Múltiplas Distâncias (MMD). Podemos subsequentemente determinar, com uma menor incerteza, o coeficiente de calibração para os conjuntos dosimétricos compostos por câmara de ionização do tipo poço e eletrômetro.

A determinação da taxa de kerma no ar de referência pelo MMD, dura cerca de quatro a seis horas de trabalho, dependendo da atividade da fonte. As fontes geralmente são fabricadas com uma atividade de 370 GBq a 518 GBq (10 a 14 Ci), e quando disponibilizadas para uso, aqui no Brasil, já estão com uma atividade entre 222 GBq a 370 GBq (6 e 10 Ci), ou seja, uma boa parte do tempo útil da fonte acaba não sendo utilizado.

Havendo algum problema de desembaraço aduaneiro, caso a fonte só seja disponibilizada com uma atividade abaixo de 222 GBq (6 Ci), a determinação da taxa de kerma no ar de referência pelo MMD, pode se tornar inviável.

Por este motivo, esse trabalho propõe a aplicação do Método da Substituição (MS) no serviço de calibração de Conjuntos Dosimétricos (CD) no LCR, possibilitando a realização das calibrações em condições nas quais a determinação da taxa de kerma no ar de referência, pelo MMD, não possa ser executado.

2. Materiais e Métodos

O LCR possui três câmaras de ionização do tipo poço. Essas câmaras são, Standard Imaging, HDR 1000 Plus (s/n: A+ 950681), Standard Imaging, HDR 1000 (s/n: A 950883) e PTW TN33004 (s/n: 0150). Os eletrômetros utilizados com as câmaras são o Keithley modelo 6517B (s/n: 4356724) e o PTW Unidos E (s/n: 80214).

Foi analisada a estabilidade desses três Conjuntos Dosimétricos, utilizados no controle da qualidade da calibração de câmaras de ionização do tipo poço. A partir desta análise, o conjunto dosimétrico que apresentou a melhor estabilidade a longo prazo foi definido como o Conjunto Dosimétrico de referência e foi calculada a incerteza relacionada ao Método proposto. Além da incerteza que mostra a viabilidade da aplicação do método, foram feitos três testes para aplicação do MS em dados de calibrações dispostas no banco de dados do LCR. Todos os testes realizados, tiveram o objetivo de verificar a diferença entre os N_K obtido por meio do MMD e o N_K determinado a partir do MS.

3. Conclusão

Os resultados da estabilidade dos conjuntos dosimétricos pertencentes ao Laboratório de Ciências Radiológicas (LCR) mostraram que conjuntos dosimétricos que utilizam câmaras de ionização do tipo poço alcançam a estabilidade requerida, pela norma ABNT NBR IEC 60371, para conjuntos de referência em radioterapia.

As incertezas avaliadas no MS ($\pm 2,2\%$, $k=2$), para o coeficiente de calibração (N_K) do conjunto dosimétrico do usuário, são muito próximos a capacidade de medição e calibração ($\pm 2,1\%$, $k=2$) encontrada pelo LCR na calibração das câmaras de ionização do tipo poço realizadas por meio do Método das Múltiplas Distâncias (MMD). Essas incertezas também possibilitam que o usuário obtenha resultados da dosimetria da fonte de ^{192}Ir com incertezas dentro dos limites de $\pm 5,0\%$ recomendado pela American Association of Physicists in Medicine.

A componente que mais contribui para a incerteza do N_K do conjunto do usuário, determinado pelo Método da Substituição, é a incerteza devido ao N_K da câmara de referência. Para que a incerteza do N_K do conjunto dosimétrico de referência, obtido pelo Método das Múltiplas Distâncias, seja reduzida, o Laboratório Nacional – LNMRI/ IRD/CNEN deve implementar padrões primários para às medidas em ^{60}Co e Raios-X 250 kV. Estas medidas são utilizadas para a calibração da fonte na ^{192}Ir usada na calibração dos conjuntos dosimétricos.

A menor diferença encontrada nos testes realizados entre o N_K obtido por meio do MMD e o N_K determinado com o MS foi de $0,01\%$ e a maior foi de $1,57\%$. Isso mostra que os resultados do MS são equivalentes aqueles obtidos pelo MMD, considerando o intervalo de incerteza estimado para ambos os métodos.

A implantação do Método da Substituição no serviço de calibração de conjuntos dosimétricos no LCR possibilitará otimizar o tempo despendido nas calibrações dos conjuntos dosimétricos dos usuários, sem comprometer as incertezas associadas além de possibilitar a utilização das fontes de ^{192}Ir que não estejam com a atividade adequada para aplicação do MMD.

O MS apresenta resultados rastreados à Rede Internacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, pois o conjunto de referência utilizado nesse método é calibrado no LCR, em um serviço acreditado pelo INMETRO, que utiliza o MMD.

