

Confiabilidade metrológica de dosímetros de referência em um laboratório de calibração

Claudete Roberta E Silva, Fábio Sabará Dias, Teógenes Augusto da Silva

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN. Av. Presidente Antônio Carlos 6627, Pampulha 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil

E-mail: claudeterobert@gmail.com; silvata@cdtn.br

Resumo: Como parte do procedimento de verificação da confiabilidade metrológica, dosímetros de referência do Laboratório de Calibração de Dosímetros do CDTN passam por testes de controle de qualidade para verificar sua conformidade a requisitos específicos. Neste trabalho, são apresentados e analisados os resultados dos testes de corrente de fuga, repetibilidade e estabilidade realizados em cinco dosímetros, no período de 2017 a 2019.

Palavras-chave: Dosímetros de referência, controle de qualidade, confiabilidade metrológica.

Abstract: As part of the procedure for verifying their metrological reliability, standard dosimeters of the CDTN Dosimeter Calibration Laboratory undergo quality control tests to verify their compliance with specific requirements. This work presents the results of the leakage current, repeatability and stability tests that were carried out in five reference dosimeters from 2017 to 2019.

Keywords: Reference dosimeters, quality control, metrological reliability.

1. INTRODUÇÃO

A confiabilidade metrológica é um pré-requisito fundamental nas atividades que envolvem medições, que deve abranger tanto a técnica quanto os instrumentos utilizados nos procedimentos de calibração. Diversos fatores podem influenciar no desempenho dos dosímetros de referência utilizados nas calibrações, incluindo as condições de sua acomodação, cuidados específicos para sua utilização, condições ambientais, período de estabilização, entre outros. Os dosímetros utilizados como padrões de referência num laboratório de metrologia devem evidenciar um desempenho aceitável em conformidade com os requisitos estabelecidos em normas nacionais e internacionais [2,3].

O Laboratório de Calibração de Dosímetros, LCD/CDTN, além de assegurar a rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades com calibrações periódicas em laboratórios nacionais de metrologia e evidenciar a confiabilidade metrológica por meio de ensaios de proficiência, mantém um programa de

controle de qualidade dos seus instrumentos. O desempenho dos dosímetros padrões de referência do LCD/CDTN é verificado periodicamente por meio da determinação da corrente de fuga, da verificação da repetibilidade das medidas e da análise da sua estabilidade ao longo do tempo, com o objetivo de demonstrar a conformidade com os requisitos adotados no LCD/CDTN [5]. Neste trabalho são apresentados e analisados os resultados do desempenho de cinco dosímetros padrões de referência, no período de 2017 a 2019, usados nas calibrações de instrumentos para proteção radiológica ou radiologia diagnóstica.

2. METODOLOGIA

A confiabilidade dos padrões de referência foi verificada por meio de testes realizados mensalmente nos dosímetros de referência compostos pelas câmaras de ionização, especificadas na tabela 1, conectadas ao eletrômetro PTW/UNIDOS-E modelo ET10010 número de série 1178.

Tabela 1 – Especificação das câmaras de ionização de referência estudadas neste trabalho.

Fabricante	Modelo	Série nº	Volume (cm ³)	Área de aplicação
NE Technology	2575	509	600	Proteção radiológica
Radcal Co.	RC-6M	10154	6	Mamografia
Radcal Co.	RC-6	16951	6	Radiologia diagnóstica
Radcal Co.	RC-60	9786	60	Radiologia diagnóstica
Radcal Co.	RC-3CT	9363	3	Tomografia computadorizada

Para garantir condições de medição reprodutíveis, utilizou-se um suporte de acrílico específico para cada câmara de ionização para reproduzir a mesma distância entre o ponto de referência da câmara e a fonte teste de radiação beta de ⁹⁰Sr/⁹⁰Y PTW número 8921-1349. As correntes de ionização medidas foram corrigidas para as condições ambientes de referência de 20 °C e 101,3 kPa, dentro da faixa de umidade relativa de 40% a 75%, para cujas medidas foram utilizados barômetros, termômetros e cronômetros calibrados à Rede Brasileira de Calibração.

A corrente de fuga é definida pela corrente detectada no dosímetro nas condições de operação, porém na ausência de radiação [1]. Seguindo o procedimento estabelecido no LCD/CDTN, para verificar a corrente de fuga, as câmaras foram expostas à fonte teste de radiação beta para gerar uma carga inicial de qualquer valor e, após 900 segundos sem qualquer fonte de radiação, o valor de carga final foi registrado. Os resultados foram analisados em termos dos valores típicos de corrente de fuga para cada tipo de dosímetro de referência.

A repetibilidade de um padrão de referência, que representa a sua estabilidade a curto prazo, é definida pela sua precisão de medição sob um conjunto de condições que inclui o mesmo procedimento de medição, os mesmos operadores, o mesmo sistema de medição, as mesmas condições de operação e o mesmo local, assim como medições repetidas no mesmo objeto durante um curto período de tempo [4]. Para cada dosímetro, a repetibilidade foi verificada por meio de uma série sucessiva de 10 medidas, em intervalos de tempo de 60 s, da corrente de ionização gerada na câmara de ionização acoplada à fonte teste de radiação beta por meio do posicionador de acrílico específico [5]. Os resultados foram analisados em termos dos desvios padrão percentuais das diversas séries de 10 medidas.

A estabilidade de um dosímetro é definida pela propriedade de manter as suas características metrológicas constantes ao longo do tempo [4]. Ela é expressa pela variação máxima do valor médio da corrente de ionização, gerada no dosímetro acoplado à fonte teste PTW, em relação a um valor médio da corrente de ionização de referência obtido numa data de referência (usualmente imediatamente após a calibração do dosímetro) nas mesmas condições de medida. Os resultados foram analisados em relação à diferença percentual entre o valor medido e o estabelecido como referência.

3. RESULTADOS

3.1. Teste de corrente de fuga

As medidas da corrente de fuga foram realizadas no período de dezembro de 2017 a dezembro de 2019 e analisadas com base nas figuras de 1 a 5. Segundo as recomendações internacionais, a corrente de fuga de um dosímetro padrão de referência deve ser menor que 10^{-14} A [1] ou menor que 2% da indicação obtida durante o tempo de medida na radiação de referência [2].

Nas figuras 1 a 5, os resultados dos testes para os cinco dosímetros mostraram que, em alguns casos, os valores das correntes de fuga alcançaram a ordem de 1×10^{-13} A, assim, o desempenho de cada dosímetro pode ser considerado adequado quando os valores das correntes de fuga foram menores ou iguais a 9×10^{-14} A. Nos casos em que os valores da corrente de fuga foram maiores que 9×10^{-14} A, o desempenho dos dosímetros só pode ser considerado adequado se for assegurado que a corrente de fuga é inferior a 2% da menor corrente de ionização gerada durante a dosimetria de campos de radiação de referência.

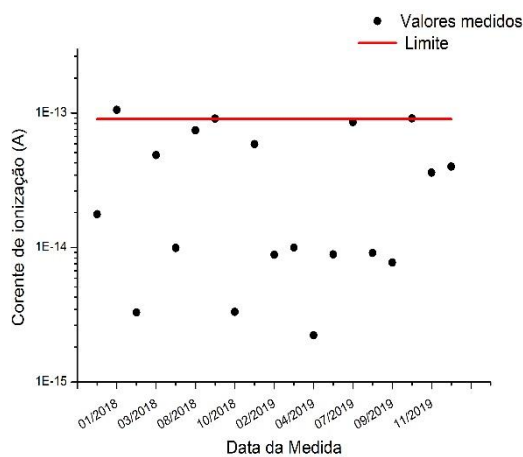


Figura 1. Corrente de fuga da câmara de ionização NE Technology 2575.

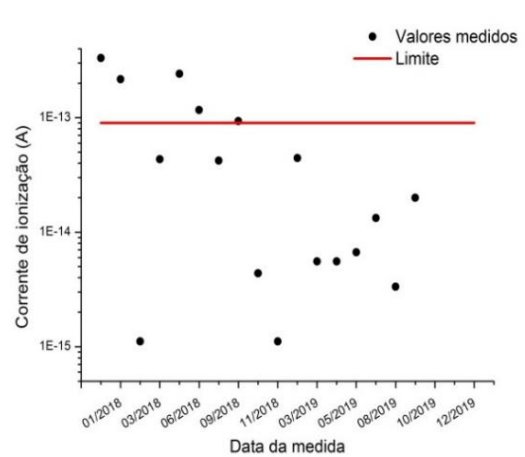


Figura 2. Corrente de fuga da câmara de ionização Radcal RC-6M.

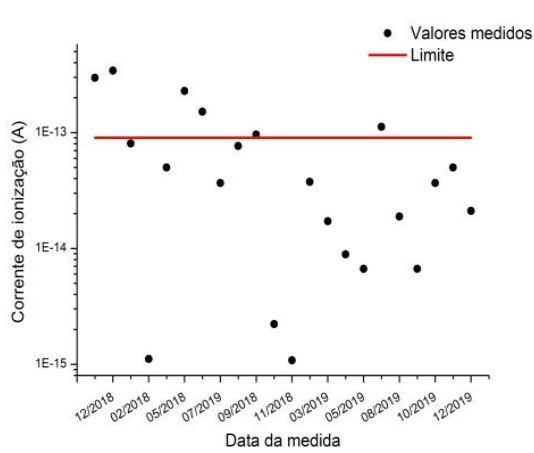


Figura 3. Corrente de fuga da câmara de ionização Radcal RC- 6.

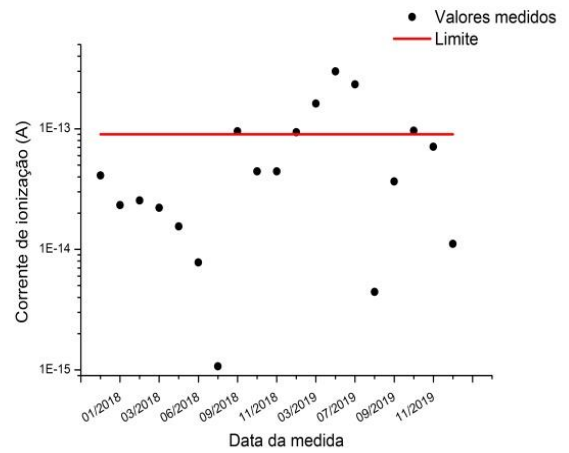


Figura 4. Corrente de fuga da câmara de ionização Radcal RC-60.

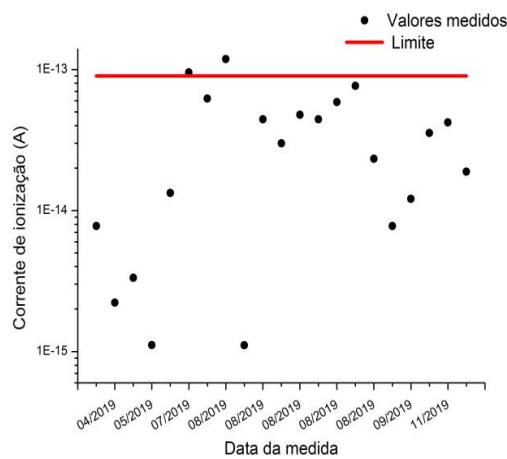


Figura 5. Corrente de fuga da câmara de ionização Radcal RC-3T.

3.2. Teste de repetibilidade

Os resultados dos testes de repetibilidade dos dosímetros, realizados no período de dezembro de 2017 a dezembro de 2019, são apresentados nas figuras 6 a 10. Pode-se observar que quatro dosímetros atenderam o requisito internacional estabelecido de que a repetibilidade de um dosímetro padrão de referência usado para dosimetria em radiologia diagnóstica deve ser menor que o desvio padrão de 0,30% [3]. O desempenho do dosímetro NE Technology modelo 2575 (Figura 1), usado para dosimetria em qualidade de radiação de radioproteção, evidencia que o requisito a ser adotado pelo LCD/CDTN é o desvio padrão de 0,5% [5].

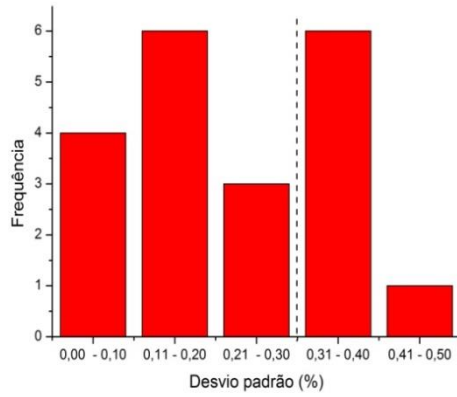


Figura 6. Repetibilidade da câmara de ionização NE Technology modelo 2575.

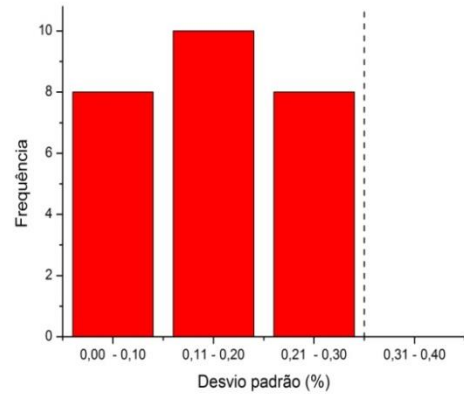


Figura 7. Repetibilidade da câmara Radcal modelo RC-6M.

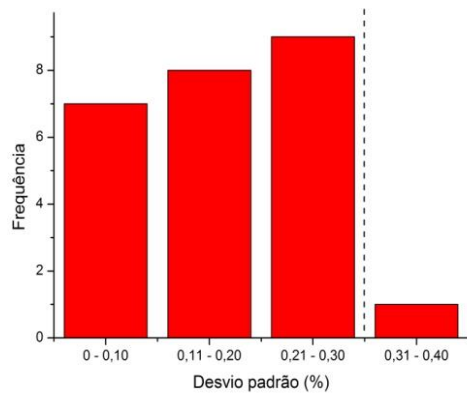


Figura 8. Repetibilidade da câmara Radcal modelo RC-6.

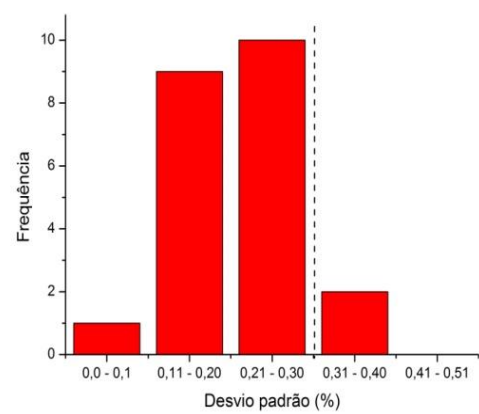


Figura 9. Repetibilidade da câmara Radcal modelo RC-60.

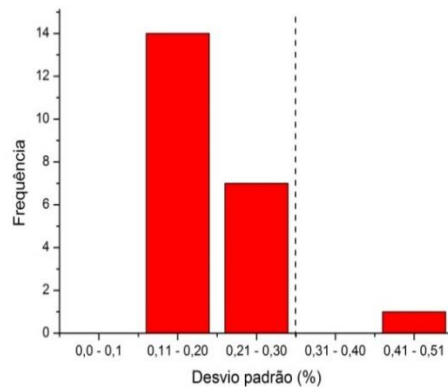


Figura 10. Repetibilidade da câmara de ionização Radcal modelo RC-3T.

3.3. Teste de estabilidade

Os testes de estabilidade a longo prazo dos dosímetros, realizados no período de dezembro de 2017 a dezembro de 2019, são apresentados nas figuras 11 a 15. Recomendações internacionais estabelecem que a estabilidade de um dosímetro de referência deve ser menor que 0,5% se representada pelo desvio padrão dos valores médios das medidas [3] ou que a reprodutibilidade das medidas esteja dentro de $\pm 2\%$ [2].

Os resultados dos testes de estabilidade para quatro dosímetros mostraram que os valores foram menores ou iguais $\pm 2\%$ dos valores de referência, evidenciando seu adequado desempenho. O dosímetro Radcal RC-3T apresentou um desempenho inadequado, atribuído à influência da corrente de fuga no baixo valor da corrente de referência devido a irradiação de somente pequeno volume da câmara; isto sugere a mudança do sistema de fonte teste utilizado, para aumentar a corrente de ionização de referência e reduzir a influência da corrente de fuga.

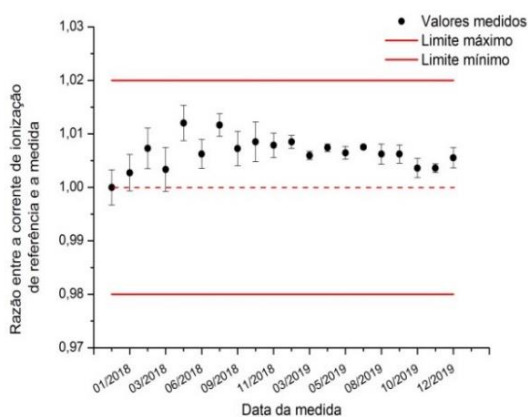


Figura 11. Estabilidade da câmara de ionização NE Technology 2575.

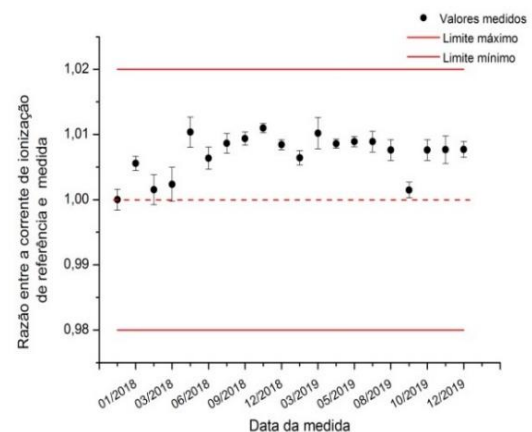


Figura 12. Estabilidade da câmara de ionização Radcal RC-6M.

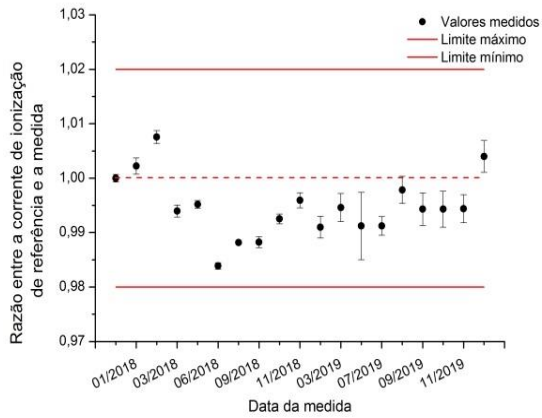


Figura 13. Estabilidade da câmara de ionização Radcal RC-6.

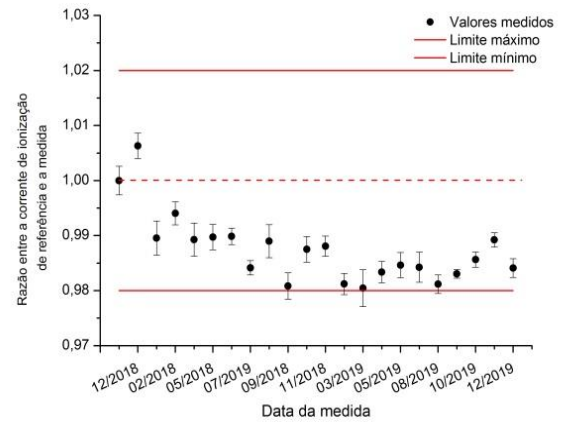


Figura 14. Estabilidade da câmara de ionização Radcal RC-60.

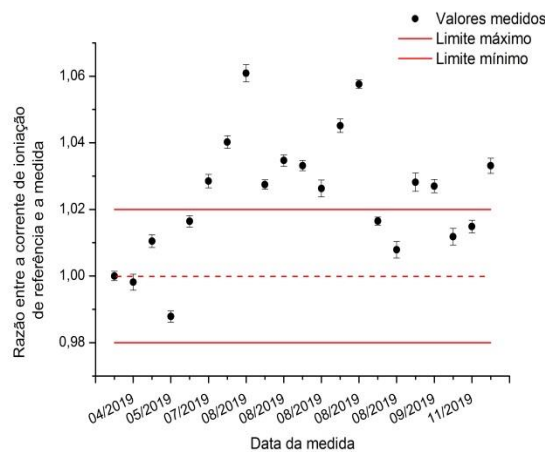


Figura 15. Estabilidade da câmara de ionização Radcal RC-3T.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos testes de controle de qualidade dos dosímetros padrões de referência demonstram o adequado desempenho dos dosímetros padrões do LCD/CDTN, exceto para a câmara Radcal RC-3T que necessita que o sistema com uso da fonte teste seja modificado para aumentar o valor da corrente de referência. Ficou demonstrado que o controle de qualidade de dosímetros padrões de referência, em laboratórios de calibração, é um processo contínuo e indispensável ao estabelecimento da confiabilidade metrológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRITISH STANDARD, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Medical electrical equipment — Dosimeters with ionization chambers and/or semiconductor detectors as used in X-ray diagnostic imaging. 2013. BS EN IEC 61674:2013, Brussels.
- [2] BRITISH STANDARD, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosemeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy. 2019. Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV. BS ISO 4037-2: Geneva.
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA. Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice. 2007. Technical Report series No. 457, IAEA, Vienna.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, INMETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia-Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, 2012. VIM 2012. Duque de Caxias, RJ.
- [5] LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE DOSÍMETRO/CDTN. Controle de Qualidade das Câmaras de Ionização Padrão, PIO LCD, 2012.
- [6] BRITISH STANDARD, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Measurement management systems — Requirements for measurement processes and measuring equipment. 2003. BS EN ISO 10012-2003, Geneva.