

Determinação da função tempo de operação para ativímetros

CHS Sousa^{1,2}, G Araújo³, LG Padilha³, JGP Peixoto^{1,2}

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria; ² Universidade do estado do Rio de Janeiro,

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro

E-mail: endereço de e-mail do autor para correspondência

Resumo: Detectores de radiação devem passar periodicamente por testes de controle de qualidade recomendados e normatizados para atestar a qualidade das medições, no entanto, muitas pesquisas já demonstraram que vários parâmetros podem influenciar nos resultados, no entanto, alguns componentes do instrumento que não podem ser ajustados durante as calibrações podem ter importância significativa nos resultados das medições ao longo do tempo de funcionamento. Este estudo procurou determinar a influência do tempo de uso nas medições de atividades. Os resultados demonstram uma tendência de diminuição da atividade medida em equipamentos com detectores com mais tempo de uso.

Palavras-chave: atividade; controle de qualidade; ativímetro; câmara de ionização.

Abstract: Radiation detectors must pass periodically recommended quality control tests and standardized to certify the quality of measurements, however, many studies have shown that several parameters can influence the results, however, some instrument components that can not be adjusted during calibrations may have significant importance in measurement results over the operating time. This study sought to determine the influence of the use of time in the activity measurements. The results show a trend of decreased activity measured for equipments with detectors with more operating time.

Plavras-chave: ativímetros; câmara de ionização; medição; incerteza

1. INTRODUÇÃO

A atividade de uma amostra radioativa é determinada pela medição indireta da interação da radiação em um detector associado a um sistema de leitura [1]. Na medicina nuclear, um sistema de detecção gasoso é usado para esta medição. Conhecido como calibrador de doses ou ativímetro, este detector é muito estudado por possuir uma grande dependência geométrica e energética [2], no entanto, outras mais devem ser

consideradas, como o estado do gás detector e a pressão no interior da câmara de ionização.

A International Commission on Radiation Unit and Measurements (ICRU) é a responsável no panorama internacional pelo desenvolvimento de recomendações para o uso correto de procedimentos de medição e aplicação dessas quantidades em serviços de diagnóstico e terapia.

Alguns testes de controle de qualidade para calibradores de dose tais como os testes de exatidão e precisão [3–5], possuem limites recomendados menores que 10% e 5 %, com uma

confiabilidade de 90% e 95%, respectivamente, entretanto, as indicações normativas que deliberam sobre as metodologias utilizadas para as realizações destes testes possibilitam a introdução de parâmetros que podem influenciar diretamente nos resultados [6], como o volume das fontes radioativas e a espessura e características das paredes dos frascos [7–9]. No entanto, em nenhum momento questiona-se a influência da deterioração dos componentes eletrônicos do detector ou do estado físico do gás, protagonista em uma medição produzida por estes instrumentos.

Desta forma, este trabalho preocupou-se em estudar a influência do parâmetro tempo de uso das câmaras de ionização nas medições realizadas por ativímetros com detectores semelhantes fabricados em datas de diferentes, verificando se ao longo do tempo de uso houve variação nas características das curvas de medições, analisando sua significância e influência nas medições das amostras radioativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Foram estudados seis ativímetros, todos fabricados pela mesma empresa e operantes em serviços de medicina nuclear diferentes. Todas as câmaras de ionização possuíam as mesmas dimensões e o mesmo volume sensível, pressupondo-se a mesma quantidade de gás e a mesma pressão. O meio detector destas câmaras de ionização é o argônio hiperpuro, gás insípido, incolor, inodoro, não corrosivo, não inflamável, monoatômico e inerte [10,11].

Na realização das medições, foi utilizado o dispositivo de determinação de ponto ideal de medição (DPIM) [12], cujo, emprego na metrologia deste tipo de câmara de ionização mostrou-se eficiente, na diminuição das incertezas associadas ao processo [13]. Esta

escolha tornou inexpressíveis as variáveis frascos, posicionamento e volume da fonte. O radionuclídeo Tecnécio-99m (^{99m}Tc), foi selecionado devido sua facilidade de obtenção e manipulação. A alíquota foi preparada com um volume nominal de $35 \pm 0,3 \mu\text{l}$ [14] e atividade específica de $450 \pm 6,2 \mu\text{Ci}$.

2.2. Métodos

A alíquota foi obtida através da diluição de uma amostra de ^{99m}Tc , eluído no dia da medição, cuidando-se para que o volume e a atividade específica estivessem dentro dos limites de incerteza sugeridos neste estudo.

As CI foram produzidas pelo mesmo fabricante, porém, com datas de fabricação distintas. Por serem instrumentos de medição operantes e não haver formas não-invasivas de medição da pressão e da qualidade do gás detector, e, devido estas informações não serem fornecidas pelos fabricantes, este estudo recorreu a testes extrínsecos, como o posicionando da amostra radioativa pelo DIPM.

A amostra foi depositada no receptáculo porta fontes do DIPM através de gotejamento, seguindo-se o posicionado, nivelado e centralização do dispositivo sobre os detectores. As medições foram realizadas a cada intervalo de 1,0 cm, desde o fundo do poço detector até sua entrada, e o tempo total de medição dos instrumentos somou 40 minutos no total. O decaimento da fonte foi considerado na determinação das incertezas associadas [15].

Todos os instrumentos passaram por testes de controle de qualidade normativos para verificação da exatidão, precisão e reprodutibilidade.

3. RESULTADOS

Os valores nominais dos resultados dos testes de controle de qualidade realizados com fontes padrão-referência rastreadas apresentaram-se dentro dos limites preconizados, conforme as recomendações normativas (tabela 1), notando-se uma tendência de aumento dos valores em função do ano de fabricação. As curvas resultantes das medições realizadas com o dispositivo de medição do ponto ideal evidenciaram respostas uniformes com medições pouco discrepantes entre as 3 CI com menos de 10 anos de fabricação. Nestes instrumentos, as áreas de

maior sensibilidade dos instrumentos variaram entre entre 17 e 22 cm, mostrando uma área de maior sensibilidade em torno de 5 cm (gráfico 1).

Tabela 1: *Resultados dos testes de controle de qualidade, exatidão, precisão e reprodutibilidade dos ativímetro, utilizando fontes padrão referência rastreada.*

Ano	Exatidão %		Precisão %		Reprod
	¹³³ Ba	⁵⁷ Co	¹³³ Ba	⁵⁷ Co	
2015	1,03	1,14	0,60	0,40	3,41
2014	1,80	1,63	0,14	0,32	3,53
2011	3,01	2,33	0,32	0,44	3,47
1996	5,74	5,87	1,04	1,11	4,61
1995	6,02	5,78	1,21	1,05	4,36
1989	6,12	6,27	1,54	1,62	4,42

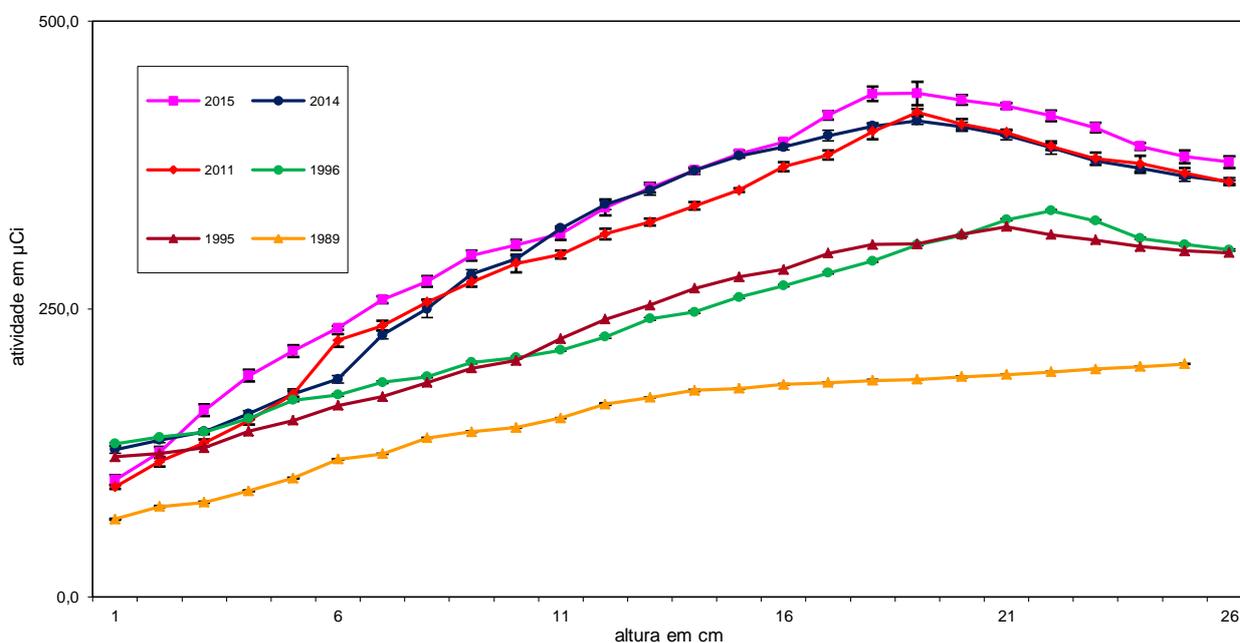


Gráfico 1: Curvas de medição atividade em função da posição da amostra dentro da reentrância do detector.

Os dois equipamentos, um com 20 e outro com 21 anos de fabricação apresentaram um desvio do centro da área de sensibilidade em direção ao fundo do poço detector e as medições tiveram uma diminuição de seu valor em torno de 15% (gráfico 1). O sexto instrumento, fabricado há 27

anos, apresentou uma perda da capacidade de medição e não possibilitou a definição de um ponto de maior sensibilidade, apresentando um patamar quase plano de 10 cm, onde a resposta foi quase igual para todas as medições realizadas (gráfico 1).

4. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que, tanto os testes de controle de qualidade, quanto os testes implementados com o DPIM, possuem uma tendência de aumento significativo das medições da atividade em função do tempo de uso dos detectores, confirmando a hipótese de desgaste de componentes.

Parâmetros como a diminuição da pressão interna, perda do gás por permeabilidade da parede, falha na soldagem dos cantos, deterioração dos componentes eletrônicos ou aprimoramento dos mesmos, levam a uma reflexão sobre a validade dos testes de controle de qualidade sem a garantia de manutenção física preventiva do instrumento detector.

5. REFERENCIAS

- [1] Attix F H 2004 **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry** (WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA)
- [2] Schrader H 1997 **Activity measurements with ionization chambers** (Bureau International des Poids et Mesures)
- [3] IAEA 2006 **Quality Assurance for Radioactive Measurements in Nuclear Medicine** (Viena)
- [4] Hare D L, Hendee W R, Whitney W P and Chaney E L 1974 **Accuracy of well ionization chamber isotope calibrators.** *J. Nucl. Med.* **15** 1138–41
- [5] CNEN 2013 **REQUISITOS DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA** (Brasil: Comissão Nacional de Energia Nuclear)
- [6] AAPM Task Group 2012 **The Selection, Use, Calibration, and Quality Assurance of Radionuclide Calibrators Used in Nuclear Medicine** rep. 181
- [7] Calhoun J M, Golas D B and Harris S G 1987 **Effects of varying geometry on dose calibrator response: cobalt-57 and technetium-99m.** *J. Nucl. Med.* **28** 1478–83
- [8] Martins E W and Potiens M P A 2012 **Determination of the influence factors of the radiopharmaceutical vials dimensions used for activimeter calibration at IPEN** *Appl. Radiat. Isot.* **70** 1281–3
- [9] Martins E W and Albuquerque P 2011 **Avaliação dos fatores de influência da geometria dos frascos utilizados para calibração de ativímetros no IPEN VI Congresso Brasileiro de Metrologia** (Natal) pp 4–5
- [10] Air Products and Chemicals 2014 **Gaseous argon 4**
- [11] ROC Group 2016 Argon Compressed 1–6
- [12] C. H. S. de Sousa, Peixoto J G P, Cardoso R de S, Bossio F and Cummins J B 2013 **Deposito patente BR102013018500-0**
- [13] C. H. S. de Sousa and Peixoto J G P 2016 **Application of patent BR102013018500-0 in well type ionization chambers** *Iop* **12083** 1–6
- [14] Behring J L, Lucas M, Machado C and Barcellos I O 2004 **Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: Um método simplificado para a quantificação da CMC de surfactantes no ensino da química** *Quim. Nova* **27** 492–5
- [15] Sousa C H S, Teixeira G J and Peixoto J G P 2015 **Estimated of the associated uncertainties with the linearity test of activimeters** *J. Phys. Conf. Ser.* **575** 12028