

## **Algumas considerações sobre a atividade adequada para as fontes radioativas utilizadas para testes de ativímetros**

**Cunha<sup>1</sup> P.G., Silveira<sup>1</sup> V. V., Rocha<sup>1</sup> I. P e Magalhães<sup>1</sup> L. A. G.**

<sup>1</sup> Laboratório de Ciências Radiológicas, Departamento de Ciências Radiológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 20550-900, Brasil

pcunha.lcr@gmail.com

**Abstract.** A Norma da CNEN 3.05 estabelece que os Serviços de Medicina Nuclear realizem periodicamente o controle da qualidade dos ativímetros utilizando fontes radioativas sólidas, seladas de radionuclídeos de meia-vida longa ( $^{57}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ) e com atividade no mínimo de 3,7 MBq. O presente trabalho é proposto um critério para definir a atividade mínima para as fontes de referência possa ser considerada operacional. O estudo foi realizado analisando os dados obtidos nos testes rotineiros de controle da qualidade realizado no LCR com fontes de  $^{57}\text{Co}$  e  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  em um ativímetro Capintec modelo CRC-25R e comparando com os critérios de aceitação para repetibilidade de  $\pm 5\%$  da Norma da CNEN. Foi observado que as fontes  $^{57}\text{Co}$  com atividade entre 23 MBq a 0,3 MBq e  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  com atividade entre 9,7 MBq e 0,08 MBq, apresentaram repetibilidade inferiores a 0,7% e 1,0%, respectivamente. Verificou-se que o tempo de resposta para atividades inferiores a 0,3 MBq apresentou tempo de resposta das leituras de 22 s. Os resultados indicam que os requisitos apresentados na Norma da CNEN para atividade das fontes de referência superior a 3,7 MBq é superestimada e que os requisitos da norma para repetibilidade são atendidos para atividades de até 0,3 MBq.

### **1. Introdução**

Ativímetros são instrumentos utilizados em medicina nuclear para a medição da atividade radioativa de radiofármacos antes deles serem administrados nos pacientes.

A Norma CNEN 3.05 [1] estabelece que os Serviços de Medicina Nuclear – SMN realizem periodicamente testes de controle da qualidade. O objetivo primordial desses testes é averiguar se os parâmetros metrológicos do ativímetro, estabelecidos pelos fabricantes e verificados pelo usuário, antes deles entrarem em operação, estão preservados a despeito do envelhecimento dos componentes eletrônicos e das condições de uso. Para a realização desses testes são utilizadas fontes radioativas, denominadas na norma CNEN como fontes de referência. Essas fontes, como definida no Art. 20, § II, são as fontes sólidas e seladas de radionuclídeos de meia vida longa ( $^{57}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ).

As fontes de referência devem possuir uma atividade que produza uma resposta no ativímetro muito superior a devida à radiação ambiental e ao ruído eletrônico. Deste modo, a atividade adequada para uma fonte dependerá, também, da qualidade metrológica do ativímetro. A norma da CNEN estabelece que as fontes de referência devem possuir atividade mínima de 3,7 MBq.

Além dos aspectos relacionados ao valor da atividade da fonte, deve ser considerado por quanto tempo uma fonte pode ser utilizada, levando em consideração a sua integridade física. O fabricante de fontes

“Eckert & Zielgler” recomenda que a fonte de  $^{57}\text{Co}$  seja utilizada por 2 anos e as de  $^{133}\text{Ba}$  e  $^{137}\text{Cs}$  por 5 anos.

Embora sejam encontradas em publicações internacionais informações sobre os valores das atividades das fontes de referência [2, 3], não são apresentadas discussões sobre os fundamentos que definem a magnitude ideal da sua atividade.

No presente trabalho, é proposto um critério para definir a atividade mínima para as fontes de referência e analisados os resultados de experimentos realizados objetivando identificar o valor da atividade mínima para que uma fonte de referência possa ser considerada operacional.

## 2. Materiais e Métodos

Idealmente, para realizar o estudo seria necessário dispor de um conjunto de fontes de referências de um mesmo radionuclídeo e de variadas atividades. Na ausência desta condição, serão analisados os dados obtidos nos testes rotineiros de controle da qualidade realizado no Laboratório de Calibração de Ativímetros do Laboratório de Ciências Radiológicas da UERJ (LCR). O LCR possui três fontes:  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$  e  $^{137}\text{Cs}$  produzidas pela “Eckert & Zielgler” em 2016. Devido a meia vida mais curta, o foco de atenção será a fonte de  $^{57}\text{Co}$ . A meia vida de apenas 271,80 dias, permite obter resultados em diferentes épocas e com diferentes valores de atividades. Para cada valor de atividade foi calculada repetibilidade de 10 medições. Esses resultados foram comparados com os obtidos com uma fonte de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ . Essas fontes foram avaliadas em um ativímetro da marca Capintec, modelo CRC-25R.

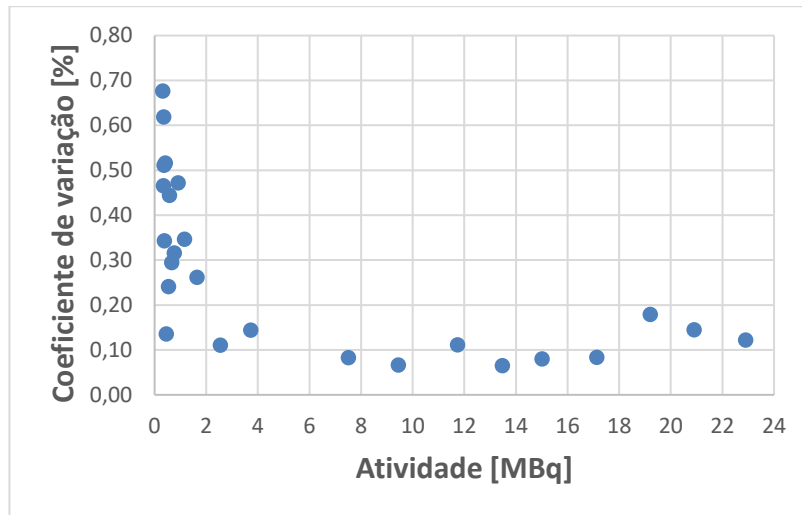
É proposto que seja utilizado como critério para definir a atividade mínima da fonte de referência o valor da repetibilidade, em termos do coeficiente de variação dos resultados de 10 medições consecutivas da fonte. O coeficiente de variação deve possuir um valor substancialmente inferior a tolerância de  $\pm 5\%$  estabelecidos nos testes de repetibilidade e precisão definidos no Anexo V da Norma 3.05.

## 3. Resultados e Discursões

Considerando as recomendações da “Eckert & Zielgler”, as três fontes do LCR já deveriam ter sido descartadas. Contudo, até o momento, não foi percebida qualquer degradação na integridade física das fontes. Atualmente, a fonte de  $^{57}\text{Co}$  possui atividade de 0,29 MBq. Considerando a Norma CNEN 3.05, essa fonte deveria ter sido descartada.

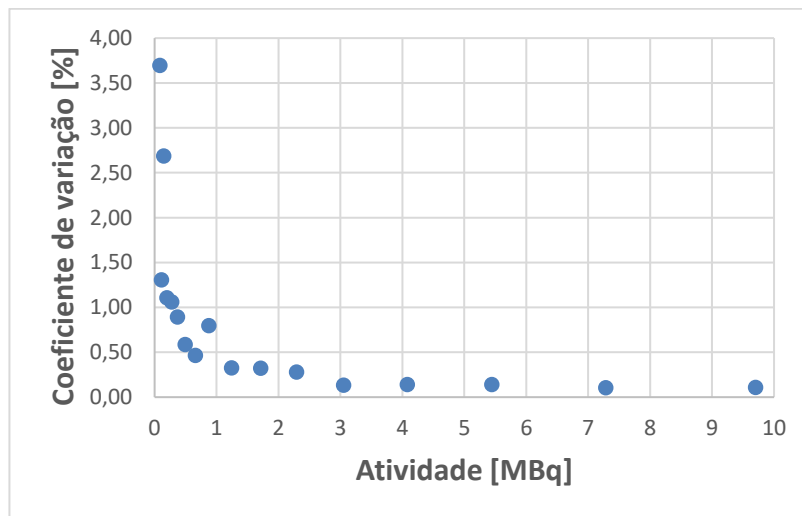
Na publicação IAEA TRS 454 [2] é mencionado que, normalmente, as fontes radioativas utilizadas para controle da qualidade possuem atividade de 5 MBq de  $^{137}\text{Cs}$  ou 100 MBq de  $^{57}\text{Co}$ . O NPL [5] não faz qualquer observação sobre o valor da atividade das fontes de referência, mas aconselha cautela para a fonte de  $^{57}\text{Co}$  porque as impurezas presentes nessa fonte podem alterar a sua meia vida efetiva. A AAPM 181 [3] recomenda o uso de fontes com atividade superior a 3,7 MBq. Essa recomendação é referenciada a norma ANSI N42.13 de 2004 [7]. Possivelmente, a CNEN também utilizou essa publicação como referência.

Na Figura 1 pode ser observado que a repetibilidade referente a fonte de  $^{57}\text{Co}$ , no intervalo de 23 MBq (622  $\mu\text{Ci}$ ) a 0,30 MBq (8  $\mu\text{Ci}$ ), é inferior a 0,7 %.



**Figura 1.** Repetibilidade em termos do coeficiente de variação de 10 medições consecutivas de uma fonte de  $^{57}\text{Co}$  em função de sua atividade

Na figura 2, a repetibilidade referente a uma fonte de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  é apresentada em função da sua atividade no intervalo de 9,7 MBq (262  $\mu\text{Ci}$ ) a 0,08 MBq (2  $\mu\text{Ci}$ ) é inferior a 1%.



**Figura 2.** Repetibilidade em termos do coeficiente de variação de 10 medições consecutivas de uma fonte de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  em função de sua atividade

Na Tabela 1 é apresentada a comparação entre os resultados apresentados nas Figuras 1 e 2 para a atividade de 0,3 MBq (8  $\mu\text{Ci}$ ).

**Tabela 1.** Comparação entre os coeficientes de variação de dez medições consecutivas dos radionuclídeos  $^{57}\text{Co}$  e  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  para atividades de 0,3 MBq (8  $\mu\text{Ci}$ )

Fontes	Atividade [MBq]	Coefficiente de variação [%]
$^{57}\text{Co}$	0,3	0,7
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	0,3	1,0

#### 4. Conclusão

Os resultados dos estudos realizados indicam que o requisito apresentado no Art. 20, § II da Norma CNEN 3.05 para a atividade das fontes de referência utilizadas nos programas de controle da qualidade (superior a 3,7 MBq) é superestimada. A origem do requisito das fontes de referência possuir atividade mínima de 3,7 MBq parece ser a norma norte americana ANSI 3.13-2004 [7].

Considerando que a tolerância estipulada no Anexo V da Norma CNEN 3.05, para os requisitos de repetibilidade e precisão é de  $\pm 5\%$ , foi observado que para os ativímetros Capintec modelo CRC-25R estes requisitos são atendidos com fontes de referência com atividade de até 0,30 MBq. Contudo, a conveniência da utilização de fontes com atividades dessa magnitude deve ser considerada devido ao tempo de espera de 22 segundos para que a indicação apresentada pelo ativímetro se estabilize.

#### 5. Agradecimentos

Um dos coautores, Paulo G Cunha, participou como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, o qual agradece a valiosa contribuição para a realização desse trabalho.

#### Referências

- [1] CNEN 2014 *Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Medicina Nuclear Norma CNEN NN 3.05 Resolução CNEN 159/13 (Brasil)*
- [2] *Technical reports series, ISSN 0074-1914 ; no. 454 2006 Quality assurance for radioactivity measurement in nuclear medicine. (Vienna : International Atomic Energy Agency)*
- [3] *Report of AAPM Task Group 181 2012 The Selection, Use, Calibration, and Quality*
- [4] *Assurance of Radionuclide Calibrators Used in Nuclear Medicine (Michigan, USA)*
- [5] *NPL No 93 2006 Protocol for Establishing and Maintaining the Calibration of Medical Radionuclide Calibrators and their Quality Control.*
- [6] *CAPINTEC Manual Stock N° 9250-0122 2015 Owner's Manual (Pittsburg, PA).*
- [7] *American National Standards Institute. Calibration and usage of "dose calibrator" ionization chambers for the assay of radionuclides. ANSI N42.13-2004. Washington, DC: ANSI, 2004.*