

# Determinação das Incertezas das Medições de um Detector Capacitado Portátil

**Almeida, M.O; Sousa, C. H. S; Peixoto, J.G.P**

Instituto de Radioproteção e Dosimetria

Email: almeida.mm83@gmail.com

**Resumo:** Os Foram realizados testes de desempenho de um ativímetro, utilizando um conjunto de fontes padrão-referência para a determinação das incertezas associadas às medições. Os resultados foram comparados à medições do mesmo conjunto de fontes por um dispositivo de medição portátil capacitado denominado SMART GEIGER. Os resultados demonstraram que o instrumento comparativo, embora apresente uma mobilidade e adaptabilidade para trabalhos dinâmicos, apresentou uma grande dependência energética e temporal.

**Palavras-chave:** Raio X, Radiação Ionizante, Medicina Nuclear, Ativímetro, Incerteza.

**Abstract:** performance tests of an activimeter were carried out, using a set of standard reference sources to determine the uncertainties associated with the measurements. The results were compared to measurements from the same set of sources by a portable capable measuring device called SMART GEIGER. The results showed that the comparative instrument, although presenting mobility and adaptability for dynamic work, presented a great dependence on energy and time.

**Keywords:** X-Ray, Ionizing radiation, Nuclear Medicine, Activometer, Uncertainty.

## 1. INTRODUÇÃO

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) recomenda que a instrumentação nuclear utilizada na medicina deve passar periodicamente por testes de desempenho, onde os resultados deverão evidenciar as condições funcionais do instrumento. Este procedimento objetiva diminuir as atividades das doses administradas aos pacientes, conseqüentemente reduzindo as probabilidades dos efeitos deletérios das radiações.

A medicina nuclear (MN) é uma especialidade médica que utiliza fontes radioativas não seladas para o diagnóstico e tratamento de patologias. Ao contrário de outras técnicas, como a radiografia convencional e tomografia computadorizada que permitem imagens estruturais, é um procedimento funcional, permitindo a identificação precoce de alterações metabólicas e celulares.

As imagens são adquiridas a partir da detecção da radiação gama emitida por pequenas quantidades de marcadores radioativo administrado ao paciente. Quando fixados a marcadores biológicos são direcionados ao órgão de interesse. (LESLIE e GREENBERG,2003).

Para que as atividades prescritas sejam corretamente administradas aos pacientes, a aplicação dos testes operacionais ajuda a controlar a qualidade das medições realizadas pelo ativímetro. Além de uma série de testes físicos, a instrumentação passa também por testes qualitativos, onde os resultados são comparados a padrões com atividades conhecidas e rastreadas.

A legislação brasileira estabelece os requisitos para a qualidade das medições dos ativímetros [6]. A periodicidade dos testes e os limites de aceitação são baseados em recomendações internacionais (tabela 1 ).

Tabela 1 - Testes de controle de qualidade do medidor de atividade estabelecidos pela CNEN-NN-3.05

Teste	Frequência	Fontes	Limites de aceitação
Repetibilidade	Diário	$^{57}\text{Co}$ ou $^{133}\text{Ba}$	5%
Ajuste do zero	Diário	-	-
Radiação de fundo	Diário	-	20%
Alta voltagem	Diário	-	1%
Exatidão	Semestral	$^{57}\text{Co}$ , $^{133}\text{Ba}$ ou $^{137}\text{Cs}$	10%
Precisão	Semestral	$^{57}\text{Co}$ , $^{133}\text{Ba}$ ou $^{137}\text{Cs}$	5%
Linearidade	Anual	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	10%
Geometria	Anual	-	-

A legislação brasileira não estabelece a obrigatoriedade de calibração destes instrumentos de medição, apenas pede que as qualidades das medições sejam comparadas a um conjunto de fontes padrão- referência de atividade certificada e rastreada. Algumas normas internacionais são mais restritivas quando comparadas às normas brasileiras (Martins; E, W 2010 (9)) (tabela 2).

Tabela2- Periodicidade para os testes estabelecidos por laboratórios de metrologia internacionais para controle de qualidade de ativímetros.

	<b>Precisão</b>	<b>Exatidão</b>	<b>Linearidade</b>	<b>Geometria</b>
IAEA	Trimestral	Trimestral	Trimestral	N.E*
NPL	Anual	Anual	Anual	N.E
ANSI	Anual	Diário	Diário	Na instalação
NRC	Anual	Diário	Diário	Na instalação
LNHB	Anual	Diário	Diário	N.E

\*N.E: Não Especificado

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi comparar os resultados das medições dos testes operacionais de um ativímetro com os resultados obtidos com outro detector, verificando a viabilidade de correlação entre os dois instrumentos.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Foi utilizado um ativímetro VexCal fabricado pela Veccsa, com escala 1 $\mu$ Ci a 5Ci , precisão  $\pm 5\%$  , medição contínua, precisão 100 – 240 volts através de uma fonte externa de 12 volts, dimensões 7,3 cm x 24,6 cm , blindagem 3 mm de chumbo recobrimdo a câmara, peso 15 kg.



Figura 1: Ativímetro Vexcal fabricado pela Veccsa

E de um monitor portátil capacitado Smart Geiger, modelo FEC-001, fabricante FT lab, dimensões 15.5 x 7.9 x 1.6 cm; 32 g, medição de radiação: gama, raio-X, Faixa de medição: Medidor de pesquisa 0,1 ~ 200  $\mu\text{Sv/h}$ , Erro de medição:  $\leq \pm 30\%$ , Tipo de sensor: Sensor Semicondutor, Tamanho do sensor: 30 mm x  $\Phi 10$ , Peso do sensor: 6g, Tipo de caixa: Al (Alumínio), Interface do usuário: Smartphone (entrada para fone de ouvido), Linearidade: 97% a 20 ~ 120  $\mu\text{Sv/h}$ .



Figura 2: monitor portátil capacitado Smart Geiger, modelo FEC-001 fabricado pela FT lab

Para os testes de exatidão, precisão e reprodutibilidade foi utilizado um conjunto de fontes padrão-referência seladas e certificadas de cobalto-57 ( $^{57}\text{Co}$ ), bário-133 ( $^{133}\text{Ba}$ ) e césio-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ).

Foram realizadas 10 medições das fontes de cobalto 57, bário 133 e césio 137, com o ativímetro e 3 medições de cada fonte com o Smart Geiger. Foram consideradas para todas as séries de medição a radiação de fundo obtida em 10 medições sucessivas do ativímetro. Os resultados dos testes de exatidão e precisão foram extraídos das mesmas séries, pois estes testes podem ser realizados concomitantemente.

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os testes realizados neste estudo, obedecendo a norma CNEN NN 3.05, obtiveram os seguintes resultados de acordo com os dados abaixo:

Tabela 1: Dados das fontes padrões (radionuclídeos)

FONTE	CALIBRAÇÃO	T (dias)	Ao (mCi)	D (cm)	A (mCi)	$\dot{X}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
$^{57}\text{Co}$	08/05/2019	208	5,31	5	3,1196	0,0112
$^{133}\text{Ba}$	11/01/2006	5073	0,273	5	0,104	0,0003
$^{137}\text{Cs}$	19/04/2006	4975	0,249	5	0,182	0,0024

Tabela 2: Resultados obtidos pelas medições realizadas com o Smart Geiger

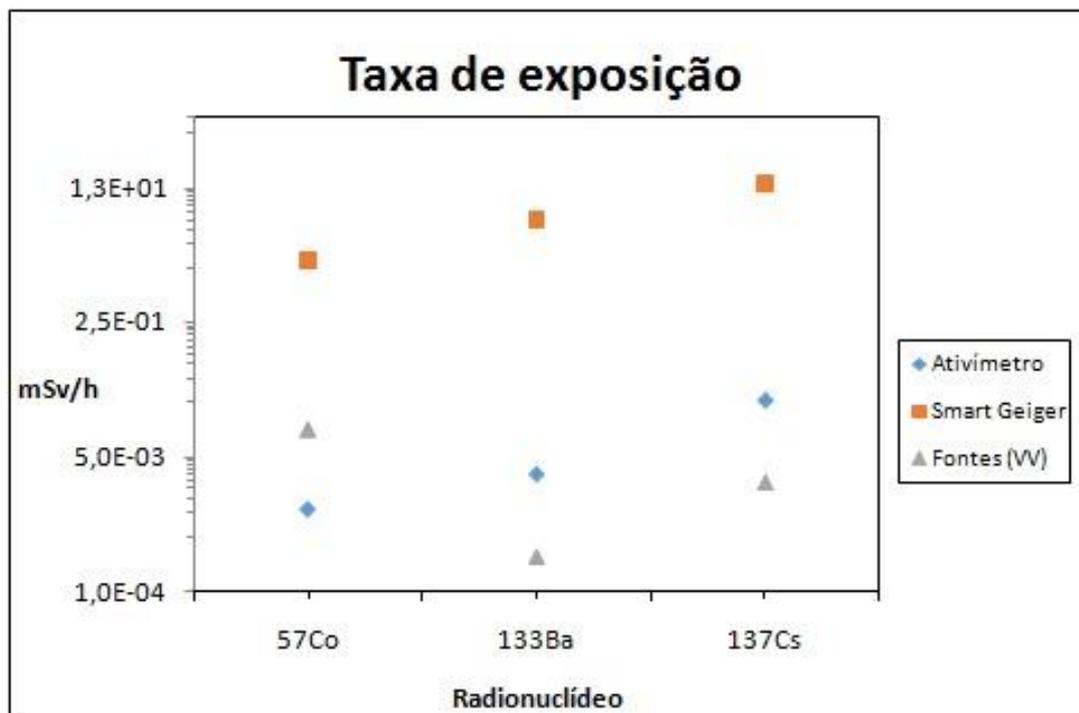
<b>SMART GEIGER</b>			
<b>TX. EXP (mSv)</b>			
<b>MEDIÇÃO</b>	<b><sup>57</sup>Co</b>		<b><sup>137</sup>Cs</b>
<b>1</b>	1,04	7,06	14,74
<b>2</b>	1,43	4,94	15,39
<b>3</b>	2,00	2,68	12,58
<b>MÉDIA</b>	<b>1,49</b>	<b>4,89</b>	<b>14,24</b>
<b>DP</b>	<b>0,48</b>	<b>2,19</b>	<b>1,47</b>
<b>TX. EXP.</b>	<b>1,49</b>	<b>4,89</b>	<b>14,24</b>

Tabela 3: Resultados obtidos pelas medições realizadas com o ativímetro Vexcal

<b>ATIVÍMETRO</b>			
<b>ATIVIDADE (mCi)</b>			
<b>MEDIÇÃO</b>	<b><sup>57</sup>Co</b>	<b><sup>133</sup>Ba</b>	<b><sup>137</sup>Cs</b>
<b>1</b>	0,0031	0,115	0,189
<b>2</b>	0,0031	0,115	0,190
<b>3</b>	0,0031	0,116	0,189
<b>4</b>	0,0031	0,115	0,189
<b>5</b>	0,0031	0,116	0,187
<b>6</b>	0,0031	0,115	0,190
<b>7</b>	0,0031	0,116	0,189
<b>8</b>	0,0031	0,114	0,189
<b>9</b>	0,0031	0,115	0,190
<b>10</b>	0,0031	0,115	0,189
<b>MÉDIA</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,115</b>	<b>0,189</b>
<b>DP</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,0009</b>
<b>TX. EXP.</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,0300</b>	<b>0,2496</b>

Analisando as tabelas, podemos verificar que as medições feitas com Smart Geiger apresentaram valores de incerteza maiores do que as medições realizadas com o Ativímetro, isto é, as medições feitas com Ativímetro apresentam maior confiança nos resultados. Sendo assim, podemos verificar que o Smart Geiger tem um melhor funcionamento em energias baixas e, de forma alguma, para energias médias e altas.

Figura 3: Gráfico de comparação dos resultados dos detectores



#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que Smart Geiger apresentou valores de incerteza maiores que as medições realizadas como ativímetro e possuem uma dependência energética e temporal que ultrapassa o limite de operação estipulados para os testes. Desta forma concluímos que, o monitor portátil capacitado Smart Geiger não é um instrumento de medição que poderia ser utilizado para confrontar os resultados dos testes operacionais para ativímetros.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq, ao IRD e ao IBRAM Instituto Brasileiro de Medicina Nuclear pela cessão de suas instalações para a realização deste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/D.85.2010.tde-08082011-104737. Acesso em: 2020-06-25.
- [2] - KUAHARA, Lilian Toshie. Desenvolvimento de uma metodologia de calibração "in situ " de medidores de atividade. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.85.2017.tde-24072017-152855. Acesso em: 2020-06-25.
- [3] - Kubo, Ana Luiza Silva Lima Avaliação Crítica da Exposição Ocupacional Externa nos Serviços de Medicina Nuclear no Brasil / Ana Luiza Silva Lima Kubo. Rio de Janeiro: IRD, 2016.
- [4] - MARTINS, Elaine Wirney. Estudo e determinação de fatores de influência das dimensões dos frascos de radiofármacos utilizados no IPEN para calibração de ativímetros. 2010.
- [5] - Simões de Sousa, Carlos Henrique, 2013, “Estimativa das Incertezas Associadas aos Testes de Desempenho de Calibradores de Doses” – Rio de Janeiro: IRD.