



## Comparação entre duas câmaras de ionização do tipo lápis com comprimento de volume sensível de 30 cm

M. C. Castro<sup>a</sup>; M. Xavier<sup>a</sup>; N. F. Silva<sup>a</sup>; L. V. E. Caldas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP), Av. Professor Lineu Prestes, 2242,  
São Paulo.

mcastro@ipen.br

---

### RESUMO

A tomografia computadorizada (CT) vem crescendo devido aos avanços da tecnologia dos equipamentos, proporcionando uma dose maior no paciente, em relação aos demais exames de radiodiagnóstico, levando a uma preocupação com os pacientes. A dosimetria em CT é realizada com uma câmara de ionização do tipo lápis com comprimento de volume sensível de 10 cm. Os estudos têm mostrado a subestimação dos valores de dose. Foram desenvolvidas neste trabalho duas câmaras de ionização com comprimentos de volume sensível de 30 cm, que foram submetidas aos testes principais de caracterização, obtendo-se resultados dentro dos limites recomendáveis internacionalmente.

Palavras-chave: Dosimetria, tomografia computadorizada, câmara de ionização especial.

---

### ABSTRACT

Computed tomography (CT) for imaging procedures has been growing due to advances in the equipment technology, providing a higher dose to the patient, in relation to other diagnostic radiology tests, resulting in a concern for the patients. The dosimetry in CT is carried out with a pencil-type ionization chamber with sensitive volume length of 10 cm. Studies have shown the underestimation of the dose values. In this study two ionization chambers with the sensitive volume length of 30 cm were developed. They were submitted to the main characterization tests; the results showed to be within the international recommended limits.

*Keywords:* Dosimetry, computed tomography, special ionization chamber.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de Tomografia Computadorizada (CT) para procedimentos de imagiologia vem crescendo cada vez mais devido aos avanços da tecnologia dos equipamentos de CT, pois estes apresentam a capacidade de realização de digitalizações rápidas. Porém, isso acarretou uma maior preocupação com as doses recebidas pelos pacientes que se submetem a esse tipo de exame. Por isso, a verificação das doses de radiação nos procedimentos dos exames de tomografia deve ser realizada com a melhor precisão possível [1].

Para a dosimetria de feixes de tomografia computadorizada, o instrumento dosimétrico rotineiramente utilizado é a câmara de ionização do tipo lápis. Uma de suas características importantes é que apresenta uma resposta angular uniforme à radiação incidente. A motivação deste trabalho deve-se às doses elevadas a que os pacientes que se submetem durante um exame de tomografia; com o avanço da tecnologia e o surgimento de novos tomógrafos que são capazes de irradiar uma área maior do paciente, a câmara de ionização com comprimento de volume sensível de 10 cm acaba subestimando as doses.

Um problema atual com as câmaras de ionização é que elas são importadas e por isso apresentam um relativo alto custo de aquisição para principalmente clínicas de pequeno e médio porte. Assim, centros de pesquisa como o Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI) apresentam um histórico de projetos tecnológicos que se referem a metodologias dosimétricas e desenvolvimento de câmaras de ionização e de sistemas dosimétricos a partir de materiais nacionais de baixo custo [2-5].

O objetivo desse trabalho é o de melhorar a acurácia da dosimetria de feixes de tomografia computadorizada, fazendo uso de duas câmaras de ionização do tipo lápis com comprimento de volume sensível de 30 cm. Os resultados de alguns testes de caracterização para as duas câmaras desenvolvidas no LCI e suas respostas intercomparadas serão apresentados, com o intuito de se observar a reprodutibilidade no processo de construção.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram testadas duas câmaras de ionização do tipo lápis, denominadas C1 e C2, com comprimento de volume sensível de 30 cm e volume de 10,5 cm<sup>3</sup>, utilizando uma fonte de controle de <sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y, Physikalisch-Technische Werkstätten (PTW), com atividade nominal de 11,1 MBq. Esse trabalho foi realizado utilizando a infraestrutura do LCI. Os testes realizados para a caracterização destas duas câmaras de ionização foram: estabilidade a curto e longo prazos, tempo de estabilização e corrente de fuga.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente serão apresentados os resultados para o teste de estabilidade a curto e longo prazo para as duas câmaras de ionização. A resposta das câmaras foi estabilizada durante o período de uma hora inicialmente. Em seguida, a fonte foi posicionada sobre a câmara de ionização e após 15 min de estabilização, iniciou-se uma sequência de dez medições consecutivas, cada uma delas realizada em 1 min. Essas medições foram obtidas em carga (pC) e as condições controladas de temperatura, umidade e pressão atmosférica foram utilizadas para o cálculo do fator de correção para as condições ambientais de referência. Para a estabilidade a médio prazo a resposta obtida foi normalizada para o valor médio das 10 primeiras medições obtidas para cada câmara de ionização.

A figura 1 apresenta o arranjo experimental utilizado para a realização dos testes de estabilidade a curto e longo prazos, tempo de estabilização e corrente de fuga.

**Figura 1:** Arranjo experimental para a realização dos testes de caracterização.

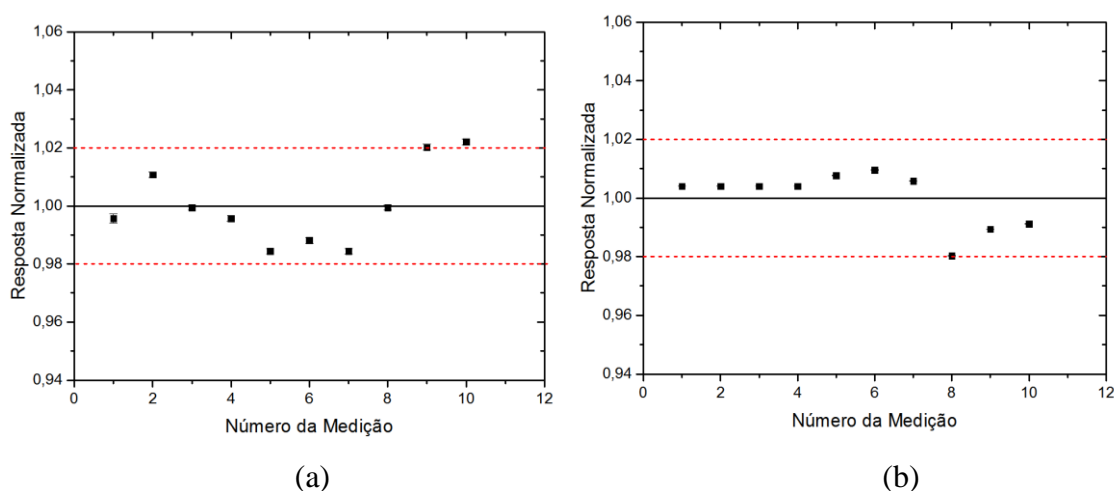


Para o teste de estabilidade a curto prazo para câmaras de ionização de radiodiagnóstico, o desvio padrão não deve ultrapassar 1%, enquanto que para a estabilidade a médio prazo o limite recomendável é de 2% [6]. A tabela 1 mostra os resultados obtidos para o teste de estabilidade a curto prazo, enquanto que na figura 2 são apresentados os resultados para a estabilidade a médio prazo, obtidos ao longo de dois meses e meio.

**Tabela 1:** Teste de estabilidade a curto prazo para as câmaras de ionização.

Câmara de Ionização	Maior Variação (%)
C1	0,16
C2	0,01

**Figura 2:** Teste de estabilidade a médio prazo para as câmaras de ionização: (a) C1 e (b) C2. A incerteza máxima das medições de todas as figuras foi de 0,01% não visível nos gráficos.



Como é possível observar, os resultados das duas câmaras de ionização encontram-se dentro do limite recomendado pela norma para os testes de estabilidade a curto e médio prazos.

O teste de tempo de estabilização foi realizado de forma que as câmaras de ionização foram polarizadas durante o período de uma hora; em seguida, a fonte de controle foi posicionada no suporte durante 15 min. Então, foram realizadas dez medições consecutivas de carga (pC), cada uma em 1 min para cada intervalo de tempo, de 15 min, 30 min, 45 min e 60 min.

Para este teste, a análise do resultado dá-se pela comparação entre as correntes de ionização obtidas em 15 min e 60 min; as diferenças entre os valores de corrente foram determinadas em porcentagem, e devem obedecer ao limite de  $\pm 2\%$  [6]. A tabela 2 mostra os resultados obtidos para as câmaras de ionização C1 e C2, dentro dos limites recomendados pela norma IEC 61674 [6].

**Tabela 2:** Teste de tempo de estabilização para as câmaras de ionização.

<b>Câmara de Ionização</b>	$\Delta$ (%)
<b>C1</b>	0,02
<b>C2</b>	0,04

$\Delta$ : Diferença entre os valores de corrente de ionização medidos em 15 min e 60 min.

No teste de corrente de fuga, o seguinte procedimento foi adotado: esperou-se estabilizar as câmaras de ionização pelo período de uma hora para em seguida dar-se início às medições. Foram realizadas seis medições ao longo de vinte minutos durante três momentos diferentes, sendo estes: antes, durante e após a irradiação da câmara de ionização, utilizando o arranjo experimental já apresentado.

Neste teste, a corrente de fuga antes e após a irradiação não deve ultrapassar o limite de 5% quando comparada à corrente de ionização durante o período de irradiação da câmara de ionização [6]. A tabela 3 mostra os maiores valores obtidos de corrente de fuga para cada câmara de ionização, nos casos de pré-irradiação e pós-irradiação.

**Tabela 3:** Teste de corrente de fuga para as câmaras de ionização.

<b>Corrente de Fuga (%)</b>		
<b>Câmara de Ionização</b>	<b>Pré-irradiação</b>	<b>Pós-irradiação</b>
<b>C1</b>	<0,02	<0,02
<b>C2</b>	<0,02	<0,02

Os resultados obtidos para o teste de corrente de fuga mostrados na tabela 3 encontram-se dentro do limite recomendado internacionalmente.

## 4. CONCLUSÕES

As duas câmaras de ionização apresentaram resultados dentro dos limites recomendados pela norma IEC 61674. Além disso, os resultados das câmaras são bem semelhantes, sendo a diferença máxima observada entre as câmaras de ionização de apenas 0,94 %, no teste de tempo de estabilização, mostrando uma reprodutibilidade excelente em sua construção e que a utilização de materiais de baixo custo não interferem na qualidade da resposta.

## 5. AGRADECIMENTO

Os autores deste trabalho receberam suporte parcial das seguintes agências de fomento: CAPES, CNPq, FAPESP e MCTI (Projeto INCT- Metrologia das Radiações na Medicina).

## REFERÊNCIAS

- [1] BOONE, J M. The trouble with CTDI100. **Med. Phys.**, v.34, n.4, p.1364-1371, 2007.
- [2] MAIA, A. F.; CALDAS, L. V. E. A new extended-length parallel-plate ionization chamber. **Phys. Med. Biol.**,v. 50, p. 3837-3847, 2005.
- [3] OLIVEIRA, M. L.; CALDAS, L. V. E. A special mini-extrapolation chamber for calibration of  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  sources. **Phys. Med. Biol.**, v. 50, n.12, p. 2929-2936, 2005.
- [4] COSTA, A. M.; CALDAS, L. V. E. Câmara de ionização de placas paralelas para radiação X de radiografia convencional e mamografia. **Radiol. Bras.**, v. 41, p. 39-43, 2008.
- [5] NEVES, L. P.; PERINI, A. P.; CALDAS, L. V. E. Development and characterization of a new cylindrical ionization chamber for dosimetry of  $^{60}\text{Co}$  beams. **IEEE Trans Nucl. Sci.**, v. 60, p. 712-715, 2013.

[6] IEC, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Medical Electrical Equipment-Dosimeters with Ionization Chambers and/or Semi-Conductor Detectors as used in X-Ray Diagnostic Imaging**. Relatório Técnico, IEC 61674, IEC, Genève, 1997.