

## Comportamento de canetas dosimétricas em campos de radiação gama e X de energias baixas\*

Eliane C. Oliveira<sup>1</sup>, Linda V.E. Caldas<sup>2</sup>

**Neste trabalho são apresentados os resultados dos testes de dependência energética e da influência do retroespalhamento por um simulador na resposta dos detectores, utilizando canetas dosimétricas de três fabricantes diferentes. Este estudo avalia o comportamento dos detectores em campos de radiação gama (<sup>60</sup>Co e <sup>137</sup>Cs) e de radiação X de energias baixas. *Unitermos: Canetas dosimétricas. Radiação X. Radiação gama.***

Oliveira EC, Caldas LVE. Comportamento de canetas dosimétricas em campos de radiação gama e X de energias baixas. *Radiol Bras* 1998;31:281-284.

### INTRODUÇÃO

As canetas dosimétricas são câmaras de ionização utilizadas quando se deseja medir a exposição ou a dose absorvida durante curtos períodos de tempo, ou nos casos em que se deseja manter observação contínua nas situações em que há variações nas medidas obtidas. A vantagem deste instrumento é que ele fornece a medida da exposição ou dose, de forma direta e rápida.

Este tipo de instrumento é normalmente utilizado na monitoração individual dos trabalhadores envolvidos com radiações nos hospitais e clínicas de radioterapia. Neste caso, deve-se considerar o retroespalhamento provocado pelo próprio usuário<sup>(1)</sup>, já que ele é posicionado à frente e encostado ao seu corpo, à altura do tórax. A principal desvantagem das canetas dosimétricas está no fato de que alguns fatores, como temperaturas altas ou excesso de umidade, podem provocar variações nas medidas obtidas.

Foi realizado no Laboratório de Calibração do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), São Paulo - SP, um estudo do comportamento de alguns desses dosímetros, pertencentes a três fabricantes diferentes. Tal estudo analisa a dependência energética e a influência do retroespalhamento em campos de radiação gama (<sup>60</sup>Co e <sup>137</sup>Cs) e de raios X de energias baixas (16 a 48 keV). As qualidades de campos de raios X de energias baixas implantadas no Laboratório de Calibração reproduzem cin-

co dos feixes padrões do National Physical Laboratory (NPL), da Inglaterra, e duas qualidades recomendadas pela International Organization for Standardization (ISO)<sup>(2)</sup>.

Para o estudo da influência do retroespalhamento nas medidas obtidas, foi utilizado um simulador de Lucite de dimensões iguais a 30 × 30 × 15 cm, que difere daquele recomendado pela ICRU<sup>(1)</sup>. No caso da radiação gama, foi ainda feito um estudo do fator de atenuação com o mesmo simulador.

Alguns autores<sup>(3-5)</sup> realizaram testes com simuladores de formas e materiais diferentes, já que o simulador recomendado pela ICRU não oferece possibilidade de utilização na calibração rotineira. O simulador utilizado é um dos sugeridos por tais autores.

Todos os testes foram realizados após a devida calibração das canetas com radiação gama de <sup>60</sup>Co e <sup>137</sup>Cs.

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 1 - Canetas dosimétricas

As canetas dosimétricas estudadas apresentam características físicas distintas quanto ao material de que são constituídas. Foram utilizadas seis canetas dosimétricas, duas de cada fabricante, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** Características das canetas dosimétricas testadas.

Fabricante	Modelo	Fundo de escala	Caneta
Dosemeter	862	200 mR	A
Dosemeter	862	200 mR	B
PHY	SEQ6-0,2 rad	200 mrad	C
PHY	SEQ6-0,2rad	200 mrad	D
Victoreen	541 L	200 mR	E
Victoreen	541 L	200 mR	F

\* Trabalho realizado no Laboratório de Calibração do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) - Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), São Paulo - SP.

1. Mestre em Ciência na Área de Tecnologia Nuclear, Ipen/USP.

2. Doutora em Ciências Físicas, Instituto de Física da USP.

Endereço para correspondência: Dra. Eliane C. Oliveira. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Comissão Nacional de Energia Nuclear. Caixa Postal 11049. 05422-970 São Paulo - SP.

Recebido para publicação em 24/3/1998. Aceito em 29/5/1998.

As canetas Dosemeter são constituídas de corpo composto por alumínio, aço inoxidável e plástico; as canetas PHY têm corpo "revestido" por material plástico, porém a região que delimita o volume sensível é constituída de alumínio; já as canetas Victoreen apresentam corpo em chapa de níquel aluminizada. As canetas Victoreen são as únicas recomendadas pelo fabricante para serem utilizadas em campos de radiação de energias baixas (a partir de 17 keV).

## 2 - Sistemas de irradiação

### Fontes de radiação gama

Foram utilizadas duas fontes de radiação: uma de  $^{60}\text{Co}$  (Ipen, modelo 0197/82, atividade de 0,113 TBq - março/1998) e outra de  $^{137}\text{Cs}$  (Ipen, atividade de 55,4 GBq - março/1998).

### Sistema de calibração de raios X de energias baixas (60 kV).

Foi utilizado o sistema de calibração de raios X de energias baixas (60 kV), composto pelo gerador Rigaku Denki Co. Ltd., tipo Geigerflex (potencial constante), acoplado a um tubo Philips, modelo PW2184/00, com janela de 1 mm de berílio e alvo de tungstênio, no qual foram implantadas as qualidades de campos nível Radioproteção apresentadas na Tabela 2.

## 3 - Sistema de medida de referência

Como sistema de referência foi utilizada a câmara de ionização cilíndrica, modelo 2511/3 (600 cm<sup>3</sup>), acoplada ao eletrômetro Baldwin Farmer, modelo 2502/3, ambos da Nuclear Enterprises, pertencentes ao Laboratório de Calibração do Ipen.

Este sistema de medida é referenciado ao padrão nacional do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), Rio de Janeiro, nível Radioproteção.

## 4 - Simulador de Lucite

Para verificar a influência do retroespalhamento nas medidas obtidas com canetas dosimétricas, foi utilizado um simulador de Lucite com dimensões 30 × 30 × 15 cm.

Este simulador é composto por quatro placas, sendo duas com 2,5 cm e duas com 5,0 cm de espessura.

## RESULTADOS

### 1 - Radiação gama

Neste caso, foram testadas apenas as canetas Dosemeter e PHY, sendo que as canetas Victoreen não são recomendadas para a faixa de energia em questão.

#### Repetibilidade da resposta

As canetas dosimétricas foram expostas dez vezes consecutivas no ar à radiação gama das fontes de  $^{60}\text{Co}$  e de  $^{137}\text{Cs}$ , à distância de 1,0 m, de forma reprodutível.

O desvio-padrão médio variou entre 0,5% e 4,4% para a fonte de  $^{60}\text{Co}$  e entre 0,99% e 3,3% para a fonte de  $^{137}\text{Cs}$ .

#### Contribuição do retroespalhamento

Os detectores foram submetidos à radiação gama posicionados no ar e encostados ao simulador de Lucite, para comparação de resultados.

Para a fonte de  $^{60}\text{Co}$ , a contribuição do retroespalhamento variou entre 3,7% e 5,9%, enquanto para a fonte de  $^{137}\text{Cs}$  esta contribuição variou entre 9,7% e 13,4%. Nos dois casos, as canetas Dosemeter foram aquelas que apresentaram maiores valores de contribuição de retroespalhamento.

#### Fatores de atenuação

Tanto para a fonte de  $^{60}\text{Co}$  quanto para a fonte de  $^{137}\text{Cs}$ , o fator de atenuação obtido foi igual a, aproximadamente, 0,5%.

**Tabela 2** Características das qualidades de campos de raios X de energias baixas, nível Radioproteção, NPL (16 a 38 keV) e ISO (33 e 48 keV), à distância de 2,0 m do alvo do tubo.

Tensão (kV)	Filtração adicional (mmAl) (mmCu)		Energia efetiva (keV)	Primeira camada semi-redutora (mmAl) (mmCu)		Taxa de exposição no ar (mC/kg.h)
20	0,92		16	0,35		0,116
25	1,70		20	0,66		0,115
30	2,70		24	1,02		0,074
40	4,92		31	1,95		0,117
50	1,12	0,23	38	3,27		0,115
40		0,21	33		0,086	0,021
60		0,57	48		0,232	0,034

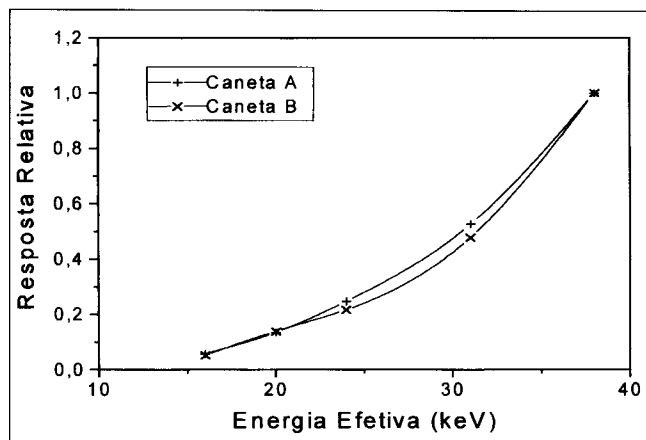


Figura 1 - Dependência energética das canetas dosimétricas Dosemeter para radiação X.

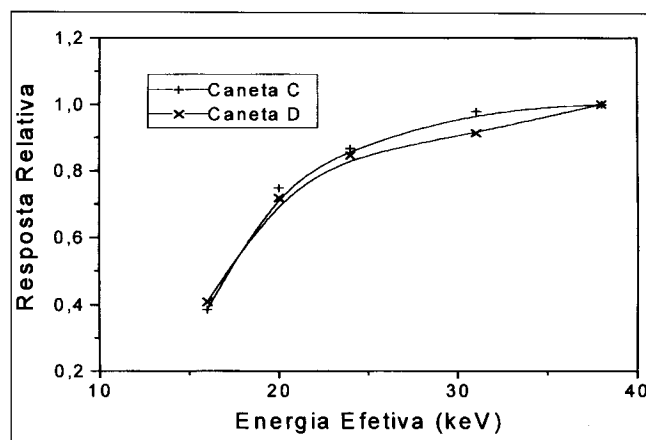


Figura 2 - Dependência energética das canetas dosimétricas PHY para radiação X.

## 2 - Raios X de energias baixas

### Repetibilidade da resposta

Foram expostas duas canetas simultaneamente, cinco vezes consecutivas, para cada qualidade de radiação X de energias baixas, a 2,0 m do alvo do tubo, num campo de diâmetro igual a 25 cm. Neste caso, o desvio-padrão percentual variou entre 0,7% e 9,6% para as canetas Dosemeter, entre 0,5% e 9,6% para as canetas PHY e entre 0% e 3,4% para as canetas Victoreen

### Contribuição do retroespalhamento

Na determinação do retroespalhamento, as canetas Dosemeter não se mostraram sensíveis à faixa de energia em questão.

A Tabela 3 apresenta os fatores de correção para retroespalhamento das canetas Victoreen e PHY. Tais fatores resultam da normalização entre as medidas obtidas irradiando-se as canetas em frente ao simulador e aquelas obtidas irradiando-as no ar.

### Dependência energética

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam as curvas de dependência energética de radiação X obtidas para as canetas

Tabela 3 Fatores de correção, para o retroespalhamento, das medidas com canetas dosimétricas; radiação X.

Caneta	Fabricante	Fatores de correção	
		16 keV	38 keV
C	PHY	1,441	1,175
D	PHY	1,414	1,154
E	Victoreen	1,031	1,339
F	Victoreen	1,039	1,325

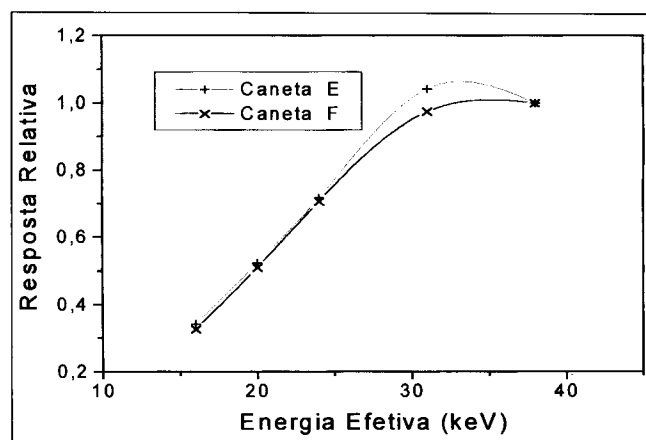


Figura 3 - Dependência energética das canetas dosimétricas Victoreen para radiação X.

Dosemeter, PHY e Victoreen, respectivamente. Comparando-se os resultados obtidos com as curvas típicas dos manuais dos instrumentos, vê-se que há concordância.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos de repetibilidade de resposta, tanto para a radiação gama como para a radiação X, mostraram valores de desvios-padrão médios inferiores a 10% (caso de raios X). A contribuição do retroespalhamento foi maior no caso de radiação X (16 keV) e das canetas PHY. O estudo da dependência energética para radiação X confirmou os dados fornecidos pelos fabricantes.

A partir desses resultados conclui-se que, quando necessário, as canetas dosimétricas devem ser usadas, de preferência, apenas como detectores de radiação e não como dosímetros, na faixa de energias baixas estudada (16 a 38 keV).

---

**Abstract.** *Performance of pen dosimeters in gamma and low energy X radiation fields.*

In this work results are presented relating tests of energy dependence and the influence of a phantom backscatter on the detectors response, using pen dosimeters of three different manufacturers. This study shows the performance of the detectors in gamma radiation ( $^{60}\text{Co}$  and  $^{137}\text{Cs}$ ) and in low energy X radiation fields. *Key words: Pen dosimeters. X radiation. Gamma radiation.*

---

#### REFERÊNCIAS

1. International Commission on Radiation Units and Measurements. Determination of dose equivalents from external radiation sources - Part 2. ICRU Report 1970;(43).
2. Oliveira EC. Estabelecimento de campos padrões de raios X de energias baixas, nível radioproteção, para calibração de instrumen-

tos. [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1995.

3. Bartlett DT, Francis TM, Dimbylow PJ. Methodology for the calibration of photon personal dosimeters: calculations of phantom backscatter and depth dose distributions. *Radiat Prot Dosim* 1989; 27:231-44.
4. Bartlett DT, Dimbylow PJ, Francis TM. Phantoms and qualities for the calibration of personal dosimeters. *Radiat Prot Dosim* 1990;34: 119-21.
5. Selbach HJ, Hohlfeld K, Kramer HM. Calibration of personal dosimeters for X and gamma radiation in front of different phantoms. *Radiat Prot Dosim* 1989;28:69-72.

**Agradecimentos.** As autoras agradecem ao Sr. Marcos Xavier, pela indispensável assistência técnica prestada, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro parcial.

---