

## INFLUÊNCIA DO SIMULADOR DE LUCITE NA CALIBRAÇÃO DE CANETAS DOSIMÉTRICAS

E.C. Oliveira, M. Xavier e L.V.E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear/São Paulo

### RESUMO

Segundo as recomendações internacionais, os monitores individuais de radiação gama devem ser calibrados utilizando-se um simulador. Neste trabalho canetas dosimétricas foram estudadas quanto à repetibilidade de resposta e foram testadas em campos de radiação gama ( $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ ) no ar e à frente de um simulador de lucite (30x30x15 cm), obtendo-se a contribuição do retroespalhamento. Os fatores de retroespalhamento médios foram 1,053 e 1,108 para respectivamente  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ . As canetas foram ainda posicionadas atrás do simulador para se verificar a atenuação da radiação.

### INTRODUÇÃO

O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN realiza cerca de 1000 calibrações de monitores portáteis por ano, sendo 30% deles canetas dosimétricas. São detectores utilizados tanto na área industrial como médica, sendo a sua importância principal a de possibilitar medidas diretas e rápidas de exposição ou dose absorvida a que o usuário foi submetido.

Neste laboratório as canetas vêm sendo calibradas no ar, em exposição, sendo a linearidade de cada uma delas verificada entre 20 e 80% das escalas.

A Comissão Internacional de Unidades e Medidas de Radiação definiu as novas grandezas operacionais recomendadas para a dosimetria externa em radioproteção e a consequente utilização de simuladores (esfera ICRU) nos procedimentos de calibração de monitores individuais [3]. Portal [6] estudou as implicações das recomendações do Relatório 39 [3] na instrumentação já existente de radioproteção, no caso de radiação gama e de nêutrons. Vários autores [5,6] conside-

ram a necessidade de se definir um simulador operacional para substituir a esfera ICRU recomendada [3], que não oferece possibilidade de utilização na calibração rotineira de dosímetros com dimensões normais. Consequentemente são ainda necessárias tanto a determinação de coeficientes de transferência como a definição de procedimentos de calibração [6]. Lakshmanan [4] comparou os procedimentos de calibração (antigos e novos) de dosímetros individuais.

Diversos tipos de simuladores, de materiais e formas diferentes, têm sido sugeridos [1,2,7] para utilização em calibração de monitores individuais, mas poucos autores citam resultados envolvendo canetas dosimétricas [6,7].

Neste trabalho o objetivo é verificar a influência de um simulador de lucite plano na calibração de canetas dosimétricas.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas canetas dosimétricas fabricadas pela Dosimeter Corporation e pela PHY, com fundos de escala iguais a 200 mR e 200 mrad respectivamente.

Os detectores foram submetidos à radiação gama de  $^{60}\text{Co}$  (0,22 TBq) e  $^{137}\text{Cs}$  (62,5 GBq) a 100 cm de distância.

As taxas de exposição foram determinadas com o sistema de referência composto por uma câmara de ionização Nuclear Enterprises (NE), modelo 2511/3, 600 cm<sup>3</sup> de volume, e um eletrômetro NE, modelo 2502/3, para nível de Proteção Radiológica, sendo para  $^{60}\text{Co}$  de 2,05 mC.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> e para  $^{137}\text{Cs}$  de 0,144 mC.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.

As leituras foram realizadas após a irradiação das canetas no ar, à frente e atrás de um simulador de lucite com dimensões 30x30x15 cm.

## RESULTADOS

### Repetibilidade de Resposta

Inicialmente as canetas dosimétricas foram estudadas quanto à estabilidade a curto prazo. Para isto elas foram expostas 10 vezes no ar à radiação gama da fonte de  $^{60}\text{Co}$ , à distância de 100 cm, de forma reproduzível. O valor médio da resposta das canetas apresentou uma dispersão máxima de 13,1% e o desvio padrão médio variou entre 0,5 e 3,3%.

### Fator de calibração

As escalas das canetas foram testadas entre 20 e 80%, tendo-se obtido os parâmetros para as retas melhor ajustadas  $X = aL + b$ , onde  $X$  é a exposição,  $L$  a leitura e  $a, b$  o par de parâmetros. Foi possível verificar que em todos os casos estudados o parâmetro  $b$  apresentou-se desprezível, de modo que o parâmetro  $a$  foi tomado como fator de calibração.

Na Tabela I estão representados os fatores de calibração em exposição, no ar, de quatro canetas, duas de cada modelo Dosimeter e PHY, para radiação de  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ . Todos os valores são resultantes da média de 10 medidas.

TABELA I

FATORES DE CALIBRAÇÃO ( $f_c$ ) EM EXPOSIÇÃO NO AR, DE CANETAS DOSIMÉTRICAS PARA RADIAÇÃO GAMA

Caneta	$f_c(^{60}\text{Co})$	$f_c(^{137}\text{Cs})$
A PHY	1,118	1,148
B PHY	1,058	1,100
C Dos.	1,006	1,006
D Dos.	1,132	1,156

Pode-se verificar que não há dependência energética nesta faixa de energia, como esperado para este tipo de detector de radiação. A diferença máxima ocorreu para o caso da caneta B (4,0%) mas este valor está dentro da incerteza associada pelos fabricantes (10%) e pelas recomendações internacionais (5%).

### Fator de Retroespalhamento

Para a determinação da contribuição do retroespalhamento do corpo do usuário na resposta das canetas dosimétricas foi utilizado o simulador de lucite. As canetas, posicionadas encostadas à frente do simulador, foram submetidas à radiação gama de  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , 10 vezes, uma a uma.

A razão entre as medidas obtidas com e sem o simulador, à mesma distância em relação às fontes, constituem os fatores de retroespalhamento, que são apresentados na Tabela II.

TABELA II

FATORES DE RETROESPALHAMENTO ( $f_r$ ).  
CONTRIBUIÇÃO DO RETROESPALHADOR DE LUCITE (30x30x15cm) NAS DETERMINAÇÕES DE EXPOSIÇÃO OU DOSE ABSORVIDA COM CANETAS DOSIMÉTRICAS

Caneta	$f_r(^{60}\text{Co})$	$f_r(^{137}\text{Cs})$
A PHY	1,059	1,104
B PHY	1,037	1,101
C Dos.	1,059	1,097
D Dos.	1,058	1,130

No caso da radiação de  $^{60}\text{Co}$  a contribuição do simulador nas medidas não ultrapassou 6%, enquanto que para  $^{137}\text{Cs}$  esta contribuição variou entre 9,7 e 13,0%. Selbach e col. [7] determinaram fatores de retroespalhamento de câmaras de ionização de bolso, utilizando um simulador de lucite (30x30x30cm), obtendo para  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$  fatores de retroespalhamento respectivamente de 1,065 e 1,135. Bartlett e col. [1] obtiveram por cálculo o fator de 1,11 para  $^{137}\text{Cs}$  no caso de um simulador cúbico de lucite (30x30x30cm). Os fatores de retroespalhamento apresentados por Will [8] de 1,07 e 1,12, para respectivamente  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , foram determinados com dosímetros termoluminescentes de LiF e através de medidas com uma câmara de ionização esférica, utilizando-se um simulador cúbico de água.

Os resultados obtidos no presente trabalho não podem ser diretamente comparados com os dos trabalhos citados porque algumas condições experimentais são diferentes.

## Fator de Atenuação

As canetas dosimétricas foram ainda testadas nos campos de radiação  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , posicionadas atrás do simulador de lucite. Os detectores foram irradiados um a um 10 vezes. Na Tabela III podem ser observados os resultados da razão entre os valores médios das medidas obtidas para os detectores, com e sem a presença do absorvedor no feixe de radiação.

TABELA III

FATORES DE ATENUAÇÃO ( $f_a$ ).  
MEDIDAS REALIZADAS COM CANETAS  
DOSIMÉTRICAS POSICIONADAS ATRÁS DO  
SIMULADOR DE LUCITE (30x30x15cm), COM  
 $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , NORMALIZADOS PARA O  
CASO SEM SIMULADOR

Caneta	$f_a(^{60}\text{Co})$	$f_a(^{137}\text{Cs})$
A PHY	0,545	0,524
B PHY	0,526	0,504
C Dos.	0,554	0,515
D Dos.	0,559	0,527

## CONCLUSÕES

Foi verificada a contribuição do retroespalhamento por um simulador de lucite (30x30x15cm) nas determinações de exposição por intermédio de canetas dosimétricas em campos de radiação gama, tendo-se obtido valores médios de 1,053 e 1,108 para  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , respectivamente. Foram ainda determinados os fatores de calibração, não se tendo observado dependência energética. Os fatores de atenuação obtidos não ultrapassaram 56 e 53% para  $^{60}\text{Co}$  e  $^{137}\text{Cs}$  respectivamente.

## AGRADECIMENTOS

Uma das autoras (E.C.O.) agradece ao CNPq pelo imprescindível apoio financeiro em forma de bolsa de Mestrado.

1. BARTLETT, D.T.; FRANCIS, T.M.; DIMBYLOW, P.J.; "Methodology for the calibration of photon personal dosimeters: calculations of phantom backscatter and depth dose distributions", Radiation Protection Dosimetry, England, 27(4): 231-44, 1989.

2. BARTLETT, D.T.; DIMBYLOW, P.J.; FRANCIS, T.M.; "Phantoms and quantities for the calibration of personal dosimeters", Radiation Protection Dosimetry, England, 34(1/4): 119-21, 1990.

3. ICRU International Commission on Radiation Units and Measurements. "Determination of Dose Equivalents resulting from External Radiation Sources", Report 39 (Bethesda, MD, ICRU Publications, 1985.

4. LAKSHMANAN, A.R.; "How to measure the New ICRU Operational Quantities with Individual Dosimeters", Radiation Protection Dosimetry, England, 35(4): 253-59, 1991.

5. MARSHALL, T.O.; CHRISTENSEN, P.; JULIUS, H.W.; "The New ICRU Quantities and the CEC Recommendations on Individual Monitoring", Radiation Protection Dosimetry, England, 28(1/2):143-48, 1989.

6. PORTAL, G.; "Implication of ICRU 39 for Radiation Protection Instrumentation", Radiation Protection Dosimetry, England, 28(1/4):99-103, 1988.

7. SELBACH, H.-J.; HOHLFELD, K.; KRAMER, H.M.; "Calibration of Personal Dosimeters for X and Gamma Radiation in front of Different Phantoms", Radiation Protection Dosimetry, England, 28(1/2):69-72, 1989.

8. WILL, W.; "Measurement of Conversion Coefficients for estimating Photon Individual Dose Equivalents for a Cuboid Water Phantom", Radiation Protection Dosimetry, England, 27(1):9-14, 1989.

## ENDEREÇO PARA CONTACTO

Eliane Carmo Oliveira  
IPEN-CNEN/SP  
Caixa Postal 11049  
CEP 05422-970 São Paulo - SP  
Fone: (011) 211-6011 (ramal 1118)  
FAX : (011) 212-3546