

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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}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}Co (0,22 TBq) e ^{137}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 cm³ de volume, e um eletro metro NE, modelo 2502/3, para nível de Proteção Radiológica, sendo para ^{60}Co de 2,05 mC.kg⁻¹.h⁻¹ e para ^{137}Cs de 0,144 mC.kg⁻¹.h⁻¹.

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}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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}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}Co a contribuição do simulador nas medidas não ultrapassou 6%, enquanto que para ^{137}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}Co e ^{137}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}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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}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}Co e ^{137}Cs respectivamente.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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