

LEVANTAMENTO DOS DADOS DE CALIBRAÇÃO DE DOSÍMETROS CLÍNICOS NO IPEN DE 1987 A 1991

M. P. P. Albuquerque e L. V. E. Caldas

Serviço de Calibração e Dosimetria
IPEN-CNEN/SP

RESUMO

Foi realizada uma análise dos fatores de calibração dos dosímetros clínicos encaminhados ao Laboratório de Calibração do IPEN nos últimos 5 anos. Neste estudo foram levados em conta os seguintes itens: estabilidade a curto e longo prazo, manutenção dos fatores de calibração e regularidade no envio dos dosímetros clínicos para recalibração.

INTRODUÇÃO

Um dosímetro clínico é constituído por uma câmara de ionização (do tipo dedal ou superficial) conectada a um eletrômetro e é normalmente calibrado com radiação gama do ^{60}Co . No caso das câmaras de placas paralelas (do tipo superficial), a calibração é feita utilizando-se a radiação-X de energias baixas. A calibração de dosímetros clínicos também pode ser feita por componentes [1], ou seja, o eletrômetro é calibrado separadamente da câmara de ionização.

O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN é, desde 1982, o responsável pela calibração com ^{60}Co de dosímetros clínicos pertencentes a Clínicas de Radioterapia e Hospitais localizados no Estado de São Paulo e na região sul do país. E, de acordo com as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) [2], todos os serviços de Radioterapia devem encaminhar, a cada dois anos, seus dosímetros clínicos para recalibração.

Paralelo a esta obrigatoriedade devem ser estabelecidos, pelo usuário, programas de garantia da qualidade para a manutenção dos fatores de calibração e das boas condições de uso do instrumento, levando-se em conta que a maioria dos dosímetros clínicos utilizados são importados, dificultando a reposição de peças ou a compra de um equipamento novo. Este controle deve ser composto por testes de repetibilidade das medidas durante longos intervalos de tempo, controle da sensibilidade da câmara de ionização e testes de fuga de corrente elétrica.

O objetivo deste trabalho é analisar os resultados obtidos com os dosímetros clínicos encaminhados para calibração neste laboratório no período de 1987 a 1991.

MATERIAIS E METODOS

Calibração

Os sistemas do tipo padrão secundário para radiação-X e gama do laboratório foram calibrados nos laboratórios da Inglaterra (NPL). Para a calibração de dosímetros clínicos é empregada a técnica de substituição, ou seja, para a determinação da taxa de exposição ou taxa de kerma no ar é utilizado rotineiramente o sistema padrão terciário. Após esta determinação, o dosímetro a ser calibrado substitui o sistema padrão no campo de radiação e a calibração é feita comparando-se as duas leituras. O sistema padrão terciário, calibrado pelo Laboratório de Dosimetria Padrão Secundário (SSDL) do Brasil, do Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, além de ser calibrado anualmente também no IPEN, é composto por um eletrômetro da Nuclear Enterprises Ltd. (NE), modelo 2502/3 e uma câmara de ionização dedal, do tipo Farmer, NE, modelo 2505/3. Este sistema participa anualmente das intercomparações nacionais organizadas pelo SSDL do Brasil, juntamente com os dosímetros do tipo padrão secundário do laboratório.

Os fatores de calibração são dados em termos de exposição em C/(kg.h) e na unidade especial Roentgen por unidade de escala (R/u.e.) para facilitar a comparação. Também são fornecidos fatores de calibração em termos de kerma no ar em Gray por unidade de escala (Gy/u.e.). O kerma no ar pode ser relacionado com exposição por:

$$K_{\text{ar}} = X \cdot \left(\frac{W_{\text{ar}}}{e} \right) \cdot \left(\frac{1}{1-g} \right) \quad (1)$$

onde (W_{ar}/e) é a energia necessária para produzir um par de íons no ar por unidade de carga, e g , a fração de energia perdida pelos elétrons na produção de Bremsstrahlung[3].

Todos os dosímetros clínicos encaminhados ao laboratório são submetidos a testes preliminares, tais como : teste de sensibilidade à radiação, repetibilidade das leituras a curto prazo e fuga de corrente elétrica. Estes testes determinam o aceite do dosímetro clínico para a calibração.

Sistemas de Irradiação

Para a radiação gama de ^{60}Co é utilizado um sistema de telecobaltoterapia da Keleket Barnes Flexaray, EUA, com 15,0 TBq de atividade, à distância de 85 cm.

Para a calibração de câmaras de ionização de placas paralelas, do tipo superficial, é utilizado um sistema de radiação-X com energias efetivas de 14,3 a 21,2 keV, com tubo Philips, Holanda, modelo PW 2184/00 e um gerador modelo Geigerflex, da Rigaku Denki & Co Ltd., Japão. As irradiações são realizadas, no ar, à distância foco-câmara de 50 cm.

Procedimento

Para este trabalho foram estudados os dosímetros clínicos encaminhados ao Laboratório de Calibração do IPEN nos últimos cinco anos.

Neste período foram atendidos 43 usuários, num total de 89 calibrações. Deste número 85 calibrações foram realizadas com radiação gama e quatro com radiação-X de energias baixas. Na fig. 1 pode ser visto o número de calibrações realizadas por ano.

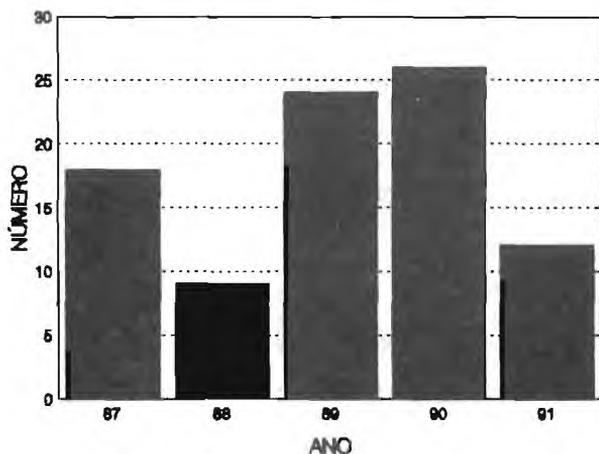


Figura 1 - Número de dosímetros clínicos calibrados por ano no período de 1987 a 1991

Para uma melhor análise do comportamento dos equipamentos ao longo do tempo, foram selecionados os dosímetros clínicos que retornaram com regularidade ao laboratório para recalibração. As características destes

dosímetros estão na Tabela I. Os dosímetros C e D foram calibrados quatro vezes neste período, enquanto os dosímetros A, B, E e F foram calibrados três vezes.

TABELA I

Características dos dosímetros clínicos selecionados para a análise
Dos. = Dosímetro

Dos.	Eletrômetro Marca, Modelo	Câm. de ioniz. Marca, Modelo
A	NE 2570/1	NE 2571
B	NE 2570/1	NE 2571
C	NE 2502/3	NE 2505/3
D	NE 2502/3	NE 2505/3
E	Keithley 616	NE 2505/3
F	Siemens E3B51990	Siemens

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Comparando-se o número de calibrações realizadas e o número de aparelhos calibrados, conclui-se que a quantidade de dosímetros que retornaram para a calibração é baixa. Dos 18 aparelhos calibrados em 1987 apenas 5 retornaram para recalibração nos anos seguintes, o que significa menos de 30% do valor total.

Dentre as calibrações realizadas neste período, os do tipo Farmer, fabricados pela NE, modelo 2502/3, foram calibrados em maior quantidade (34), seguidos pelo de mesmo fabricante e tipo, modelo 2570/1 (24). Do restante foram calibrados 9 da marca Victoreen, modelo 500, 7 da marca Keithley, modelo 616, 3 da marca Siemens, modelo E-3-B5-1990, e outros em menor quantidade. Todos estes instrumentos apresentaram boas condições de uso e de calibração, com fatores variando entre 0,83 e 1,14.

Para a análise do grupo de dosímetros selecionados foram levados em consideração os testes preliminares, os fatores de calibração e a manutenção dos mesmos ao longo do tempo.

O primeiro fator analisado foi a repetibilidade das medidas a longo prazo. Para isso foram considerados os testes de repetibilidade a curto prazo realizado antes de cada calibração. Em todos os casos os valores foram normalizados para o valor do primeiro teste realizado pelo laboratório em cada dosímetro. A Tabela II mostra os resultados obtidos para este teste. Pode-se observar que o dosímetro A apresentou um comportamento muito bom, sendo que suas medidas não variaram em cinco anos. Nos

outros casos, apenas o dosímetro B apresentou uma variação de 1% no ano de 1989, mas no restante esta variação ficou no máximo em 0,5%. Para o dosímetro marca Siemens, não foi possível realizar este teste devido às características da câmara de ionização que não permitem seu uso com a fonte de controle para estas medidas e o mesmo não possui fonte de controle própria.

TABELA II

Teste de repetibilidade a longo prazo para os dosímetros no período de 1987 a 1991
ANO = Ano de calibração do instrumento

ANO	DOSÍMETRO				
	A	B	C	D	E
87	1,000	-	1,000	-	1,000
88	-	1,000	1,002	1,000	-
89	1,000	0,989	-	0,998	0,995
90	-	-	1,005	1,002	1,004
91	1,000	0,997	1,004	0,999	-

Os fatores de calibração determinados no caso destes dosímetros estão apresentados na Tabela III. Para facilitar a comparação entre as leituras feitas com os dosímetros sob calibração e o sistema padrão, todos os fatores estão apresentados em termos de exposição em R/u.e.. Pode-se verificar que a variação máxima encontrada (9%) foi para o dosímetro D no ano de 1989, sem que o teste de repetibilidade o denunciase (Tabela II). Em todos os outros anos, os dosímetros mantiveram a variação das leituras em relação ao sistema padrão do laboratório no máximo em 5%.

TABELA III

Fatores de calibração dos dosímetros no período de 1987 a 1991.
ANO = Ano de calibração do instrumento.

ANO	DOSÍMETRO				
	A	B	C	D	F
87	1,010	-	0,989	-	-
88	-	1,015	0,984	1,034	-
89	1,008	1,008	-	1,091	1,055
90	-	-	0,988	1,032	0,995
91	1,003	1,002	0,984	1,026	1,040

Os fatores determinados para o dosímetro Keithley (E) são apresentados em outra tabela (IV), pois a unidade de escala do instrumento é Coulomb (C), enquanto que para os outros é Roentgen (R), dificultando a comparação. Pode-se verificar que a variação entre os fatores neste caso não excedeu a 2%.

TABELA IV

Fatores de calibração para o dosímetro marca Keithley, modelo 616 (E).

Fatores de calibração		Ano de calibração
R.(u.e.) ⁻¹	μC.(kg.h) ⁻¹	
4,67 x 10 ⁹	1,20 x 10 ¹²	1987
4,64 x 10 ⁹	1,20 x 10 ¹²	1989
4,59 x 10 ⁹	1,18 x 10 ¹²	1990

CONCLUSÕES

Este estudo possibilitou tanto uma análise de todos os dosímetros clínicos encaminhados para o laboratório nos últimos cinco anos, assim como dos procedimentos de calibração utilizados. Dentre os dosímetros analisados pode-se observar que o tipo mais utilizado pelas instituições é o fabricado pela Nuclear Enterprises (modelo 2502/3) e apesar deste já ser um modelo antigo, um bom controle de qualidade por parte dos usuários pode garantir o bom desempenho dos instrumentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, M. P. P.; CALDAS, L. V. E.; XAVIER, M.; "Calibração de Dosímetros Clínicos por Componentes", *Publicação IPEN*, São Paulo, 197, setembro de 1988.
2. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR; "Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Radioterapia", *CNEN-NE*, Rio de Janeiro, 3.06-90, março de 1990.
3. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS; "Radiation Quantities and units", *ICRU*, Washington, D.C., 33, 1980.

ENDEREÇO PARA CONTACTO

Maria da Penha Pereira Albuquerque
IPEN - CNEN/SP
Caixa Postal 11049
CEP 05499 - 900
São Paulo - SP - Brasil
Fone : (011) 211-6011 R. 1560