

## Controle de qualidade e estabilidade de dosímetros usados em radioterapia empregando fontes de $^{137}\text{Cs}$ .

### $^{137}\text{Cs}$ radioactive check device for quality and stability control of dosimeters used in radiotherapy.

**C F E Alves<sup>1</sup>, V Mondaini C<sup>1</sup>, S P Leite<sup>1</sup>, E J Pires<sup>1</sup>, L A G Magalhães<sup>1</sup>, M G David<sup>1</sup>, C E de Almeida<sup>1</sup>, R Di Prinzio<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Ciências Radiológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Radioproteção e Dosimetria–Comissão Nacional de Energia Nuclear (IRD/CNEN), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: cfealves@gmail.com

**Resumo:** O dispositivo de verificação emprega fontes de braquiterapia de  $^{137}\text{Cs}$  que não podem mais serem utilizadas para tratamento e tem como objetivo dar subsídio aos usuários de forma a permitir o controle da estabilidade ao longo do tempo das câmaras de ionização utilizadas em radioterapia e atender às exigências da CNEN e ANVISA. Como não há equipamento similar que está sendo produzido no mercado brasileiro, e o controle de estabilidade é parte de uma exigência de licenciamento, este dispositivo foi construído para atender às necessidades dos vários centros de radioterapia.

**Palavras-chave:** dispositivo de verificação, controle de qualidade e estabilidade, controle de dosímetros para radioterapia.

**Abstract:** This paper describes the design and construction of a shielded container to store a used brachytherapy  $^{137}\text{Cs}$  source. This system proposes a new option to check the periodical consistency and proper functioning of ionization chambers and electrometers used in radiotherapy. Since there is no similar equipment being produced in the Brazilian market and the chambers stability control is part of a licensing requirement this device was built to meet the needs of several radiotherapy centers without access to it.

**Keywords:** check device, quality and stability control, radiotherapy dosimeters control.

## 1. INTRODUÇÃO

A medição da dose de radiação ionizante empregada para fins de tratamento, quer com aceleradores lineares ou  $^{60}\text{Co}$ , destina-se a garantir que a dose administrada é de fato a mesma que a prevista. A dosimetria deve ser realizada empregando um sistema de medição adequado e de alta qualidade metrológica que tenha sido calibrado em um laboratório de metrologia, rastreado a rede metrológica internacional.

No Brasil, o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI), é por designação do INMETRO, desde 1989, o laboratório nacional de referência para atuar na área das radiações ionizantes.

O controle de qualidade do sistema dosimétrico (eletrômetro e câmara de ionização) ou somente a câmara de ionização, deve ser realizado para garantir que este sistema preserva a sua estabilidade ao longo do tempo. Se este controle não é feito de maneira adequada, o dosímetro pode vir a ser usado de forma indevida, uma vez que uma alteração na sensibilidade do equipamento afeta o valor do coeficiente de calibração. Um acompanhamento do dosímetro calibrado é necessário para verificar se ocorreram alterações na sensibilidade do mesmo e, conseqüentemente, em seu coeficiente de calibração. Esse monitoramento é feito através do controle da qualidade e estabilidade do dosímetro.

Esta verificação periódica requer o uso de um sistema normalmente chamado dispositivo de verificação, que contém uma fonte radioativa com uma meia-vida longa e um termômetro para medir a temperatura no interior do dispositivo de verificação, permitindo a correção do resultado para uma temperatura de referência.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Um recipiente de proteção, como mostrado na figura 1, foi projetado e construído para o acondicionamento de fontes  $^{137}\text{Cs}$  antigas de braquiterapia com o objetivo de proporcionar um dispositivo de baixo custo para ser utilizado como parte de um sistema de controle de qualidade e estabilidade dosimétrico.

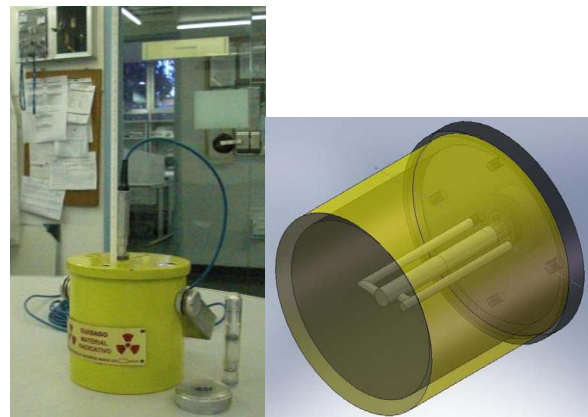


Figura 1 – Recipiente blindado construído com uma câmara de ionização dedal e termômetro e seu desenho mostrando detalhes do interior.

O recipiente tem uma forma cilíndrica, com dimensões aproximadas de 100 mm de diâmetro externo e de altura. A sua estrutura externa é de aço carbono, e o seu volume interior preenchido com chumbo. O mesmo contém três furos; o primeiro para inserir a fonte de  $^{137}\text{Cs}$ , o segundo para colocação de um termômetro que medirá a temperatura do sistema próximo à fonte e um terceiro para a introdução de uma câmara de ionização.

As especificações fonte de  $^{137}\text{Cs}$  são: atividade aproximada (depende da semente utilizada) de 0,7 GBq (18 mCi), forma cilíndrica com dois milímetros de diâmetro e 13 mm de altura. A correção do valor de referência da atividade da fonte deverá ser corrigida ao longo do tempo devido ao decaimento radioativo.

### 3. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados de quatro conjuntos de medidas realizadas em dias diferentes, testes 1 a 4. Um tempo de 30 min foi suficiente para a estabilização térmica do sistema antes do início de cada teste. Cada teste apresentado corresponde a um conjunto de dez medições das quais se determina o valor médio da carga, e os valores médios para a temperatura, a pressão e a umidade relativa do ambiente. O valor da carga para cada medida é então corrigida

para os valores de referência de temperatura, 20 °C, e pressão, 101,325 kPa. Após cada um dos testes faz-se a verificação se há a ocorrência de fuga de carga. A razão entre a fuga determinada e o menor valor de carga obtido para cada teste deve ser menor do que  $\pm 0,5\%$ . Para os testes realizados foi utilizada uma câmara de ionização tipo dedal PTW Farmer modelo 30011 com volume sensível de  $0,6 \text{ cm}^3$  e um eletrômetro Unidos Universal Dosemeter modelo 10008.

**Tabela 1.** Controle de qualidade da estabilidade dosimétrica do sistema.

| Teste | Carga média ajustada <sup>a</sup> [nC] | Desvio padrão para a carga ajustada % | Temperatura média <sup>b</sup> [°C] | Pressão média <sup>b</sup> [kPa] | Umidade relativa % | Desvio padrão para a umidade relativa % |
|-------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|---|
| 1     | 0,15395                                | 0,40                                  | 21,85                               | 101,898                          | 54,66              | 0,53                                    |
| 2     | 0,15509                                | 0,20                                  | 21,86                               | 101,896                          | 53,84              | 0,54                                    |
| 3     | 0,15346                                | 0,27                                  | 21,86                               | 101,862                          | 53,63              | 0,58                                    |
| 4     | 0,15341                                | 0,29                                  | 21,85                               | 101,838                          | 54,10              | 0,51                                    |

<sup>a</sup>. O desvio padrão para os valores médios da carga ajustada (inclui a correção de pressão e temperatura) é 0,25%.

<sup>b</sup> O desvio padrão para os valores médios de temperatura e pressão são inferiores a 0,01%.

O desempenho do sistema mostrou ser adequado para as medições de estabilidade dos sistemas de dosimetria. Vale a pena mencionar que as medições foram realizadas em condições ambientais extremamente estáveis de sala de calibração. Como resultado o desvio percentual da temperatura e da umidade são desprezáveis.

A taxa de dose medida a distância de 100 mm da parede do recipiente é de  $50 \mu\text{Sv/h}$  (*background* de  $0,50 \mu\text{Sv/h}$ ) utilizando um monitor de área portátil Victoreen Modelo 190, calibrado no LABMETRO (Laboratório de Metrologia do Laboratório de Ciências

Radiológicas - LCR - da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ).

### 4. CONCLUSÃO

Este dispositivo de verificação foi concebido para permitir o controle periódico da estabilidade e consistência dos instrumentos de medição de dose em centros de oncologia de radiação a baixo custo. Os resultados mostraram que este objetivo foi conseguido a baixo custo, permitindo um novo uso para as antigas fontes de braquiterapia de  $^{137}\text{Cs}$ .

O reaproveitamento das fontes em descarte em outras atividades tais como, por exemplo em radioterapia, contribui para uma redução do volume de material descartado, bem como o custo associado às operações de aquisição e descarte pode desta forma ser consideravelmente atenuado.

Como resultado, espera-se com o equipamento disponibilizado uma melhoria nos programas de controle de qualidade associados às medições de dose com um impacto direto na segurança do paciente.

## 5. REFERÊNCIAS

[1] *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*, Dosimetry in Diagnostic Radiologic: International Code of Practice, Technical Reports Series No. **457**, IAEA, Vienna (2007).

[2] *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY*, Calibration of Dosimeters used in Radiotherapy, Technical Reports Series No. **374**, IAEA, Vienna (1994).

[3] Medical Electrical Equipment – Dosimeters with ionization chambers and/or semi-conductor detectors as used in ray diagnostic imaging. *International Electrotechnical Commission*, 1997.

[4] Requisitos Gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. ABNT NBR ISO/IEC 17025, 2005.

## *Agradecimentos*

A FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste trabalho. Projeto de Apoio a Inovação e Desenvolvimento Tecnológico – ADT 1 E-26/190.157/2010.