

*→ Iberian Latin American and Caribbean Regional Congress of Medical Physics (3.); Brazilian Congress of Medical Physics (9); Rio de Janeiro, 26 a 29/9/2004*

## **Controle de qualidade em câmara de ionização do tipo poço usada em braquiterapia de baixa taxa de dose.**

Oscar T. B. Alvarez, Linda V. E. Caldas  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear,  
São Paulo, SP

### **Resumo**

Os procedimentos de um programa de controle de qualidade, como testes de precisão, exatidão, linearidade e determinação da curva resposta, foram aplicados a uma câmara do tipo poço Capintec modelo CRC-15BT, usada na determinação das atividades de fontes de braquiterapia de baixa taxa de dose (I-125 e Ir-192). Os resultados mostram que a câmara apresenta uma exatidão dentro dos limites sugeridos pelo fabricante, uma precisão melhor que 98% e uma linearidade de 99,99%. A determinação da curva resposta mostrou que a marca no suporte, para sementes de I-125, fornecido pelo fabricante, não está localizada corretamente, causando um erro no posicionamento da fonte, isto é, fora da faixa de resposta ótima; assim, é necessária uma correção para este fato.

Palavras chaves: controle de qualidade, câmara poço, LDR.

### **Introdução**

A braquiterapia envolve o posicionamento de fontes radioativas encapsuladas dentro ou na proximidade de um tumor. As fontes encapsuladas são isótopos radioativos em forma de tubos (Césio 137), fios (Iridio 192) ou sementes (Iodo 131, Ouro 198, Paládio 109). O objetivo da braquiterapia é administrar uma dose alta ao tumor, expondo-se o menos possível as estruturas ou tecidos adjacentes. Segundo a taxa de doses administrada, a braquiterapia pode ser de baixa taxa de dose (LDR), (Han 1996); braquiterapia de alta taxa de dose (HDR), e braquiterapia de taxa pulsada de dose (PDR), (Rogers 1999).

A intensidade das fontes usadas em braquiterapia pode ser medida com uma grande variedade de detectores, entre eles a câmara de ionização do tipo poço, que providencia um método confiável para calibrar fontes de braquiterapia antes do uso clínico.

De forma a garantir o bom funcionamento do instrumento, devem ser realizados testes periódicos de controle de qualidade. Testes de precisão, exatidão, linearidade e determinação da curva resposta, entre outros, são recomendados pelos documentos TECDOC 1151 (2001) e 1274 (2002) e pelo próprio manual do usuário (Capintec 2001). Neste trabalho são mostrados os procedimentos para a realização dos testes citados, assim como os resultados obtidos para uma câmara do tipo poço Capintec modelo CRC-15BT, calibrada para ser utilizada em braquiterapia LDR.

63  
11032

## Materiais e Métodos

Foi avaliado um sistema de câmara de ionização do tipo poço Capintec modelo CRC-15BT cuja câmara é preenchida com gás pressurizado, conseqüentemente não precisando de correção para valores de pressão e temperatura. Este modelo já vem com suportes adequados para cada tipo de fonte que será medida (sementes, fios, tubos). A exatidão e a precisão do aparelho foram verificadas com fontes padrões de referência de Co-57, Ba-133, e Cs-137, com atividades de 18,98 MBq, 8,51 MBq e 6,52 MBq respectivamente. Cada fonte foi introduzida dentro do suporte apropriado no poço da câmara e foram registradas 10 leituras. A linearidade de resposta foi testada usando o método do decaimento radioativo, que é um dos métodos sugerido pelo manual do usuário. Uma amostra de Tc-99m de atividade inicial de 4,68 GBq foi utilizada. As medições foram feitas em intervalos de 60 minutos, durante três dias, até que a atividade da amostra ficou abaixo do mínimo utilizado normalmente ( $\approx 1,4$  MBq). A determinação da curva resposta foi feita com uma semente calibrada de I-125 e com um fio de Ir-192 de 3mm. Utilizando o suporte adequado para cada fonte, foram realizadas medições variando o posicionamento de 5 em 5 milímetros.

## Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste de exatidão em termos de desvio percentual entre a média das atividades medidas (10 medidas) e a atividade da fonte padrão. Os resultados encontram-se dentro do limite de 20% especificado pelo manual do fabricante. A Tabela 2 apresenta o desvio percentual entre a atividade individual medida e a média das atividades medidas, constituindo o teste de precisão, como citado por Costa (1999); observa-se que todas as medidas de atividade estão com o desvio percentual menor que 0,2%, que está dentro de  $\pm 5\%$ , limite de aceitação para o teste de precisão. A linearidade de resposta do sistema (Figura 1) apresentou um coeficiente de determinação,  $R^2$  (quadrado do coeficiente de correlação de Pearson), de 99,99%, dentro do limite de tolerância de 1% sugerido pelo TEC DOC 1151 (2001). A determinação da curva resposta (Figura 2) permitiu conferir a faixa de melhor resposta da câmara; pode ser observado que no caso do I-125 a semente deve ficar entre 4,5 e 5,5 cm do fundo da câmara para se obter a máxima resposta. No caso do Ir-192, o posicionamento ideal é entre 2,5 e 4 cm do fundo da câmara.

Tabela 1: Teste de exatidão da câmara de ionização Capintec CRC-15BT. Desvio percentual entre a média das atividades medidas,  $\bar{A}$ , e a atividade da fonte padrão com correção para o decaimento radioativo, A.

	$\bar{A}$ (MBq)	A(MBq)	Desvio (%)
Cobalto-57	19,41	18,98	2,2
Bário-133	7,50	8,51	11,9
Césio-137	6,71	6,52	2,8

Tabela 2: Teste de precisão da câmara de ionização Capintec CRC-15BT. Atividade medida,  $A_i$ , e desvio percentual com relação à média das medidas mostradas na Tabela 1. O desvio padrão experimental,  $s(A_i)$ , também é apresentado.

Cobalto 57		Bário-133		Césio-137	
$A_i$ (MBq)	Desvio (%)	$A_i$ (MBq)	Desvio (%)	$A_i$ (MBq)	Desvio (%)
19,43	0,06	7,44	-0,79	6,55	-2,37
19,43	0,06	7,47	-0,30	6,59	-1,82
19,39	-0,13	7,51	0,20	6,59	-1,82
19,43	0,06	7,51	0,20	6,62	-1,27
19,43	0,06	7,51	0,20	6,92	3,14
19,43	0,06	7,51	0,20	6,77	0,94
19,43	0,06	7,51	0,20	6,77	0,94
19,39	-0,13	7,51	0,20	6,77	0,94
19,43	0,06	7,51	0,20	6,77	0,94
19,39	-0,13	7,47	0,30	6,73	0,39
$s(A_i)=$	0,02	0,03		0,12	

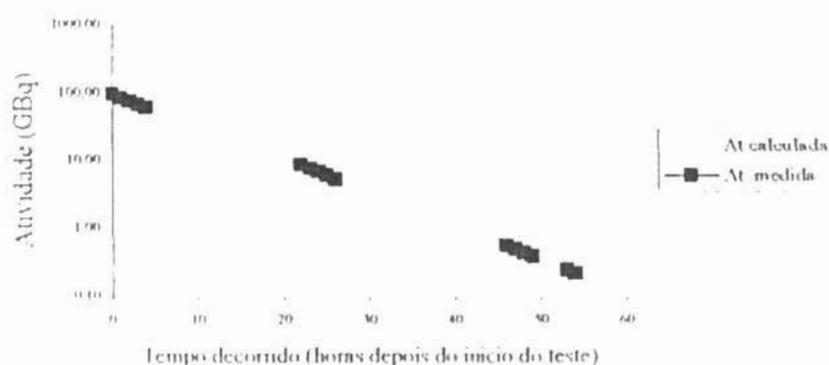


Fig 1. Teste de linearidade da câmara de ionização Capintec CRC-15BT utilizando-se uma fonte de Tc-99m com atividade inicial de 4,68 GBq. O coeficiente de determinação para a atividade medida é igual a 99,99%.

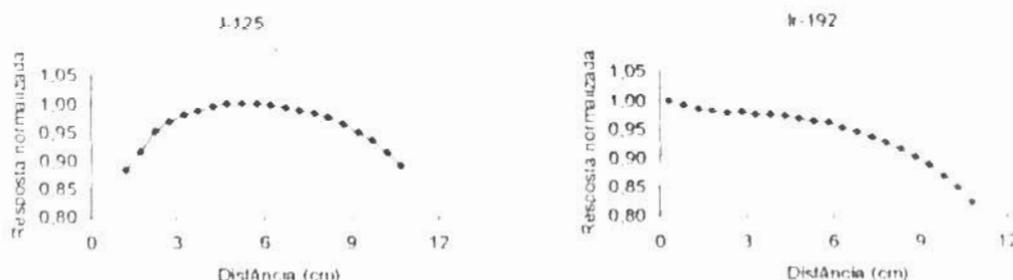


Fig 2. Resposta normalizada da câmara de ionização Capintec CRC-15 BT para uma fonte de I-125 (tipo semente) e uma fonte de Ir-192 (tipo fio), em relação à distância entre a fonte e o fundo da câmara de ionização

## Conclusões

Em princípio, os resultados obtidos para todos os testes encontram-se dentro dos limites sugeridos, mas é questionável se os valores sugeridos pelo manual do fabricante são coerentes para determinações ótimas do desempenho do aparelho, especialmente em relação ao teste de exatidão onde 20% de tolerância parece ser um valor muito alto. A determinação da curva resposta mostrou que a marca no suporte, para sementes de I-125, fornecido pelo fabricante, não está localizada corretamente, causando um erro no posicionamento da fonte, isto é, fora da faixa de resposta ótima; assim, é necessária uma correção para este fato.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro parcial.

## Referências

- Capintec (2001) Radioisotope dose calibrator, *CRC – 15BT Owner's manual*.
- Costa, A. M., (1999) "Métodos de calibração e de intercomparação de dose utilizados em serviços de medicina nuclear". Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/ Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Han, I; Malviya, V; Chuba, P; Orton, C; Devi, S; Deppe, G., (1996) "Multifractionated high-dose-rate brachytherapy with concomitant daily teletherapy for cervical cancer". *Gynecologic Oncology*, vol.63. pp.71-77.
- IAEA-TECDOC-1151 (2001) "Aspectos físicos da garantia da qualidade em radioterapia - Protocolo de controle da qualidade". Traduzido pelo Instituto Nacional do Câncer, Ministério da Saúde. Rio de Janeiro.
- IAEA-TECDOC-1274 (2002) "Calibration on standardized procedures at Secondary Standards Dosimetry Laboratories (SSDLs) and hospitals".
- Rogers, C.L; Freel, J.H; Speiser B. L., (1999) "Pulsed low dose rate brachytherapy for uterine cervix carcinoma". *International Journal of Radiation, Oncology, Biology, Physics*; vol.43(1), pp. 95-100.

## Abstract

Procedures of a quality control program as accuracy test, precision test, linearity and the response variation of the chamber with position of source, were carried out using a well-type ionization chamber Capintec CRC-15BT, used to measure the activities of LDR brachytherapy sources (I-125 and Ir-192). The results show that the chamber presents an accuracy within the limits suggested by the manufacturer, a precision better than 98% and a linearity of 99,99%. The response variation of the chamber with the source position showed that the mark in the support, for I-125 seeds, supplied by the manufacturer, is not located correctly, i.e., out of the optimal response range; therefore a correction is necessary.