

Calibração de câmaras de ionização do tipo poço.

Calibration of well-type ionization chambers.

C F E Alves¹, S P Leite¹, E J Pires¹, L A G Magalhães¹, M G David¹, C E de Almeida¹, R Di Prinzio²

¹Laboratório de Ciências Radiológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

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

E-mail: cfealves@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta a metodologia desenvolvida pelo Laboratório de Ciências Radiológicas e atualmente em uso para a determinação do coeficiente de calibração para câmaras de ionização do tipo poço empregada na dosimetria das fontes de ¹⁹²Ir de alta taxa de dose. A análise das incertezas envolvendo o procedimento de calibração são discutidos.

Palavras-chave: calibração, câmara de ionização tipo poço, dosimetria de fonte de ¹⁹²Ir de alta taxa de dose.

Abstract: This paper presents the methodology developed by the Laboratorio de Ciencias Radiologicas and presently in use for determining of the calibration coefficient for well-type chambers used in the dosimetry of ¹⁹²Ir high dose rate sources. Uncertainty analysis involving the calibration procedure are discussed.

Keywords: calibration, well-type ionization chambers, dosimetry of ¹⁹²Ir high dose rate brachytherapy source.

1. INTRODUÇÃO

Melhorias consideráveis tem sido alcançadas objetivando padronização de dosimetria das fontes de ¹⁹²Ir HDR (alta taxa de dose). Até o momento a grandeza recomendada para a especificação de fontes de braquiterapia gama ainda é a medida da taxa de kerma ao ar, a uma distância de referência de 1 m, corrigida para atenuação e dispersão de ar, pois ainda não foi

possível estabelecer uma metodologia que forneça a dose absorvida na água. Para facilitar a determinação da taxa de kerma no ar de referência de fontes de ¹⁹²Ir de alta taxa de dose braquiterapia, Goetsch et al. (1992) propuseram um modelo de câmara de ionização cavitária tipo poço ou apenas câmara poço (Figura 1), na qual a fonte radioativa é introduzida dentro da cavidade contendo o gás. A metodologia desenvolvida por Marechal e DeAlmeida (1996) e aperfeiçoada por

8º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bento Gonçalves/RJ, 2015

Di Prinzio e DeAlmeida (2008) permite a determinação do coeficiente de calibração para ^{192}Ir onde são empregadas as energias do raio-x de 250 kV e a média da energia da radiação gama do ^{60}Co como descrito em Di Prinzio e DeAlmeida (2008).

A câmara tipo poço possui um grande volume de ar, da ordem de 250 cm³ no qual é introduzido um suporte, também conhecido como inserto da fonte, figuras 1 e 2. O uso dessa câmara tornou a metodologia para a determinação da taxa de kerma no ar de referência das fontes de braquiterapia muito mais prática e confiável (Ezzel, 1993), pois apresenta excelente estabilidade de resposta (DeWerd et al., 1994). Estas câmaras são fabricadas de forma que a posição de maior sensibilidade encontre-se no centro da câmara. Entretanto, deve-se determinar essa posição durante o processo de calibração das mesmas, figura 3.

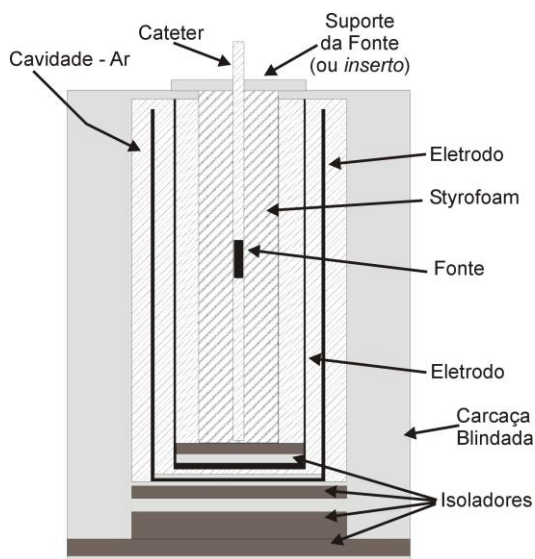


Figura 1 – Diagrama esquemático de uma câmara poço.



Figura 2 – Foto câmara poço modelo TN33004 da PTW.

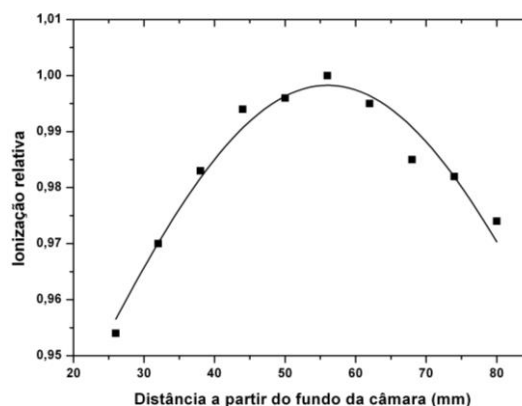


Figura 3 – Curva de sensibilidade da resposta da câmara poço em função da distância da fonte à base da câmara, ao longo do eixo axial da câmara.

2. MATERIAL E MÉTODO

A calibração de câmaras de ionização tipo poço deve ser realizada em um Laboratório Acreditado de Calibração em Dosimetria. No LCR a grandeza taxa de kerma no ar de referência de uma fonte de radiação no espaço livre a uma distancia de 1 m do centro da fonte ao ponto de referência é determinada utilizando-se uma câmara de ionização tipo dedal, rastreado à Rede

Internacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, como apresentado em Pires *et al.*

Após a determinação da taxa de kerma no ar de referência da fonte de radiação, \dot{K}_R , esta é corrigida pelo decaimento para o dia e hora em que será realizada a calibração da câmara de ionização. O coeficiente de calibração em kerma no ar, N_K , dessa câmara é dado por:

$$N_K = \frac{\dot{K}_R}{M} \quad (1)$$

onde M é o valor da corrente elétrica obtida com um instrumento de referência. O valor de M é corrigido para as variáveis de influência (polarização, saturação e condições ambientais).

3. RESULTADOS

Comparações interlaboratoriais com Laboratório Acreditado de Calibração em Dosimetria da

Universidade de Wisconsin – UWADCL (em Madison/EUA) permitiu comprovar a sua eficácia e garantir a rastreabilidade das calibrações a rede metrológica internacional. Três tipos diferentes de câmaras do tipo poço: HDR1000 e HRD1000 Plus da Standard Imaging e TN33004 da PTW, foram calibradas na UWADCL e recalibradas com o sistema e a metodologia desenvolvida no LCR. A concordância obtida entre as calibrações realizadas nestas duas instituições foi menor que 1,0 % o que demonstra a consistência do sistema e da metodologia desenvolvida.

A incerteza total combinada para a metodologia apresentada é de 1,2 %, tabela 1. A incerteza total expandida é de 2,4 % para um fator de abrangência igual a 2 para um nível de confiança de 95%.

Tabela 1 - Avaliação das incertezas na calibração da câmara tipo poço.

	Incerteza relativa (%)	
	Tipo A	Tipo B
Incerteza padrão combinada da taxa de kerma de referência		1,090
Corrente de fuga	0,020	
Eletrômetro (tempo, voltagem, resolução e estabilidade)		0,300
Densidade do ar		0,061
Anisotropia da fonte		0,100
Posicionamento da fonte		0,100
Repetitividade da leitura da corrente	0,390	
Incerteza padrão combinada		1,21
Incerteza expandida (k = 2,00)		2,42

4. CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido possibilitou ao país estabelecer uma metodologia rastreada à Rede Internacional de Metrologia das Radiações Ionizantes para a calibração de câmaras poço utilizadas na dosimetria de fontes de ^{192}Ir de alta taxa de dose. Para a implantação da rotina de calibração no Laboratório de Metrologia do LCR/UERJ, foram redigidos os procedimentos técnicos associados à metodologia e esse laboratório desde dezembro de 2011 fornece o serviço de calibração de câmaras poço aos usuários de todo o país. O LCR dispõe dos três tipos de câmaras poço citadas anteriormente sendo as mesmas controladas periodicamente para verificação da estabilidade das respostas.

Desde 2012 já foram calibradas mais de 40 câmaras do tipo poço e o sistema interno da qualidade implementado no LCR pode constatar a consistência dos resultados encontrados quando comparados com os certificados de calibração emitidos quando das aquisições destas câmaras por parte dos clientes. Este modelo de câmara de ionização é extremamente estável. Quando valores discrepantes são encontrados estes são devidos a presença de umidade bastando então colocar as câmaras em dissecadores para que as mesmas voltem a operar dentro dos valores esperados.

Este serviço encontra-se em processo de acreditação junto ao INMETRO.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Ezzel G A, 1993, Evaluation of new re-entrant ionization chambers for high dose rate brachytherapy calibrations, *Endocurietherapy/Hyperthermia Oncology*, 9, 233-8.
- [2] Goetsch S J *et al.*, 1992, A new re-entrant ionization chamber for the calibration of iridium-192 high dose rate sources. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 24, 167-70.
- [3] Maréchal M H, DeAlmeida C E, Sibata C H, 1996, Calibration of ^{192}Ir high dose rate brachytherapy sources, 1996, *IAEA TECDOC*, 896, p. 203-6.
- [4] DiPinzio R, DeAlmeida C E, 2009, Air kerma standard for calibration of well-type chambers in Brazil using ^{192}Ir HDR sources and its traceability, *Med. Phys.* 36, 953-60.
- [5] DeWerd L A and Thomadsen B, 1994, Source strength standards and calibration of HDR/PDR sources, *Brachytherapy Physics: AAPM Summer School 1994*, Medical Physics Publishing, Madison, WI, 541-56.
- [6] Pires E J *et al.*, 2015, Determinação da taxa de kerma no ar de referência para ^{192}Ir de alta taxa de dose para braquiterapia, *Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes*.

Agradecimentos

A FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos pelo apoio através da Encomenda SIBRATEC de Redes de Serviços Tecnológicos em Radioproteção e Dosimetria - METRORAD.