



CONTROLE DE QUALIDADE DA GRANDEZA DOSE ABSORVIDA NA ÁGUA REALIZADO NO LNMRI.

Cosme Norival Mello da Silva¹, Paulo Henrique Gonçalves Rosado²

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, Brasil, cosme@ird.gov.br

² Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, Brasil, phrosado@ird.gov.br

Resumo: Anualmente, o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI), participa de um programa auditoria postal realizada pela Agência Internacional de Energia Atômica. O objetivo é verificar a capacidade de medida da grandeza dose absorvida na água. Os resultados mostram que em todos os anos o LNMRI foi aprovado, garantindo o controle de qualidade.

Palavras chave: dose na água, controle de qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Desde 1998 o Laboratório Nacional de Metrologia das radiações ionizantes (LNMRI) vem participando de auditorias postais organizadas pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). Estas auditorias têm como objetivo analisar a qualidade das medidas de dose na água nos Laboratórios de dosimetria padrão Secundário (SSDL). Anualmente a IAEA envia para o LNMRI um conjunto de 3 dosímetros Termoluminescentes (TLD) para que estes sejam irradiados em feixes de cobalto 60 com uma dose conhecida de 2 Gy. Depois de irradiados, os SSDL retornam os dosímetros para a IAEA, que faz a leitura e envia os resultados. Os resultados são considerados satisfatórios se a razão entre o valor irradiado pelo SSDL e os valores obtidos pela AIEA estiverem em uma faixa de 0,965 e 1,035. Para a medida da dose absorvida na água foram utilizados protocolos específicos [1,2,3 e 4].

A dose absorvida na água é o quociente entre $d\bar{\epsilon}$ e dm , isto é, a energia média depositada em um material de massa dm . A dose absorvida na água à profundidade de referência, indicada na figura 1, de 5 g/cm² para um feixe de qualidade Q_0 (⁶⁰Co) e na ausência da câmara é determinada por:

$$D_w(mGy) = M(ue) \cdot N_{D,w}(mGy ue^{-1}) \quad (1)$$

onde $N_{D,w}$ é o coeficiente de calibração do dosímetro padrão

em termos de dose absorvida na água e $M(ue)$ é a indicação de leitura do eletrômetro, em unidade de escala, sob as mesmas condições de referência usadas no laboratório de referência.

O coeficiente de calibração, $N_{D,w}$, é o fator multiplicativo que converte o valor de carga indicado pelo dosímetro e dividido pelo tempo, normalizado para as condições

ambientais de referência, em taxa de dose absorvida na água, \dot{D}_w , no ponto de medida:

$$N_{D,w}(mGy/ue) = \frac{\dot{D}_w(mGys^{-1})}{M(ue s^{-1})} \quad (2)$$

Uma das suas diretrizes do LNMRI é manter e disseminar a grandeza dose absorvida na água utilizado como padrão nacional na dosimetria em radioterapia. Para que este padrão seja metrologicamente aceitável sua precisão e exatidão tem que ser aferidas ao longo do tempo

O padrão de dose absorvida na água de um laboratório primário de calibração é usado, a fim de determinar o coeficiente de calibração da câmara de ionização de referência dos laboratórios secundários. Esta câmara de referência, por sua vez, é utilizada na calibração do dosímetro do cliente no laboratório secundário, obtendo-se assim um coeficiente de calibração em termos de kerma no ar ou dose absorvida na água. No entanto, o interesse do cliente no hospital consiste em utilizar este coeficiente de calibração para determinar a taxa de dose absorvida no tumor para feixes de radiação usados na radioterapia.

2. PROCEDIMENTO

Para a medida da taxa de dose na água foi utilizado uma câmara de ionização modelo NE 2561 (Tabela 1) junto com eletrômetro modelo Keithley 6517A e um equipamento de cobalto 60 modelo V4m/60 PICKER 1985. Esta câmara de ionização foi calibrada no BIPM o que garante a rastreabilidade na determinação da taxa de dose absorvida na água no LNMRI.

A câmara foi posicionada em um ponto de referência, para a dose absorvida na água a câmara é colocada em sua luva à prova d'água e posicionada em um *phantom* de dimensões 30 cm x 30 cm x 30 cm. Seu eixo é colocado no plano de referência, à profundidade de 5 g/cm² na água (FIGURA 1). A profundidade inclui a janela do *phantom* (PMMA, 1,19 g/cm³). A marca na luva, assim como a da câmara é orientada em direção ao feixe de radiação. Foi medido a taxa de dose absorvida na água e calculado o tempo de irradiação para uma dose de 2Gy.

Característica	Valor nominal
Volume	0,3 cm ³
Voltagem	200 V
Material da parede	Grafite

Tabela 1. Principais características da câmara de ionização NE - 2561.

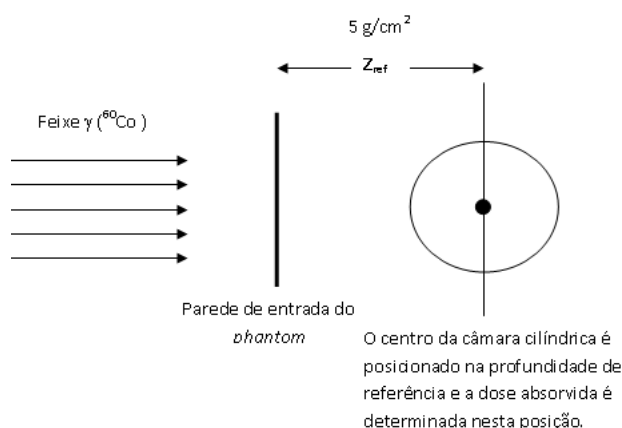


FIG 1-Arranjo para o posicionamento da câmara de ionização para

Fonte de incerteza	Valor (%)	Divisor	Incerteza padrão (%)
Coefficiente de calibração (BIPM)	0,3	1	0,3
Calibração do eletrômetro	0,4	√3	0,231
Corrente de ionização	0,05	1	0,05
Termometro Hart 1504	0,007	2	0,0034
Temperatura dentro da câmara	0,102	√3	0,06
Pressão	0,15	2	0,075
Umidade	0,15	√3	0,087
Posicionamento do plano	0,02	√3	0,012
Posicionamento no centro			
Transdutor de deslocamento linear	0,01	1	0,01
	0,027	2,2	0,012
Profundidade de água	0,013	2	0,007
Dilatação do phantom	0,02	√3	0,012
Cronômetro NE 2546	0,01	2	0,005
Estabilidade de longo prazo	0,2	1	0,2
Dependência energética	0,1	1	0,1
Não uniformidade do campo	0,1	1	0,1
Incerteza padrão combinada relativa u _c (%)			0,47 %
Incerteza padrão expandida relativa U(k=2) para um nível de confiança de 95%			0,94 %

medida da dose absorvida na água.

A uma distância fonte-superfície de entrada do feixe (DFS) de 100 cm, o feixe de radiação ocupa uma área de 10x10 cm² (figura 3). No centro geométrico deste campo posicionamos o ponto de referência da câmara, figura 1. Ela deve estar com seu eixo de simetria na posição vertical. Um termistor (com leitura externa

à sala de irradiação) está instalado na mesa de calibração, colocado dentro de uma câmara de ionização falsa, ao lado da câmara a calibrar e fora do campo de radiação, para simular a temperatura real a ser medida na câmara. A determinação da pressão é feita por um barômetro que fornece a leitura da pressão atmosférica para todo o laboratório.

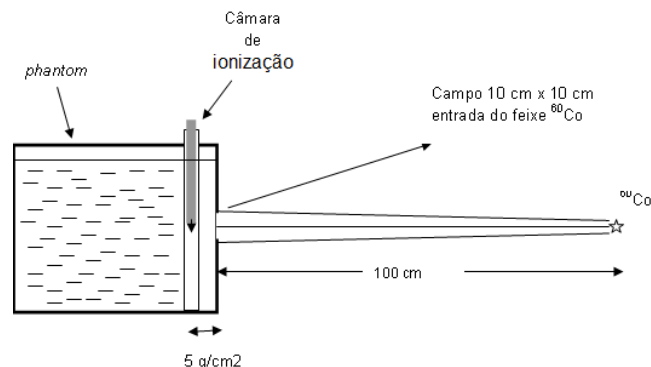


Figura 2-Posicionamento da câmara de ionização para medida da dose absorvida na água.

A câmara de ionização é posicionada verticalmente na mesa de calibração através de suportes próprios e centralizada no feixe de radiação, utilizando como referência uma haste de metal (pointer) e uma mira telescópica (o pointer deve estar nivelado). Utilizando-se a mira telescópica, deve-se coincidir a marcação horizontal desta com aquela que costuma vir na capa de equilíbrio eletrônico da câmara.

A calibração deverá ser realizada com a temperatura da sala de irradiação estabilizada entre 17° e 24° C e a umidade relativa do ar entre 20% e 70%. Nestas condições, nenhum fator de correção para a umidade necessita ser aplicado.

Todas as medições efetuadas com uma câmara de ionização não selada devem ser corrigidas para as condições ambientais de referência, utilizando a expressão:

Onde:

$$\phi(P,T) = \left(\frac{273,15 + T}{273,15 + T_0} \right) \cdot \left(\frac{P_0}{P} \right) \quad (3)$$

Onde

T - é a temperatura do ar em °C;

T_0 - é a temperatura de referência em °C, usualmente 20 °C;

P - é a pressão ambiente;

P_0 - é a pressão.

As fontes de Incertezas para medida da taxa de dose absorvida na água utilizando a câmara de ionização NE2561 estão descritos na tabela 2.

Tab.2 Fontes de incerteza na determinação da taxa de dose absorvida na água.

Cada TLD foi posicionado no mesmo local da câmara de ionização e irradiado com uma dose de 2Gy(Figura 3)

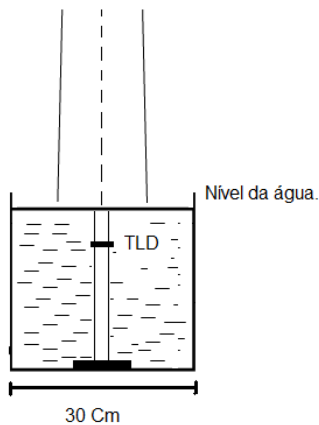


Fig.3 Posicionamento dos TLD's no phantom.

3. RESULTADOS

A razão entre os valores medidos da dose na água pela AIEA e os valores da dose na água irradiados pelo LNMRI dos últimos 10 anos estão representados na FIG.1. Esta razão foi de $1,002 \pm 0,006$. O maior desvio encontrado foi de 1,3%, bem abaixo do valor máximo aceitável que é de 3,5%.

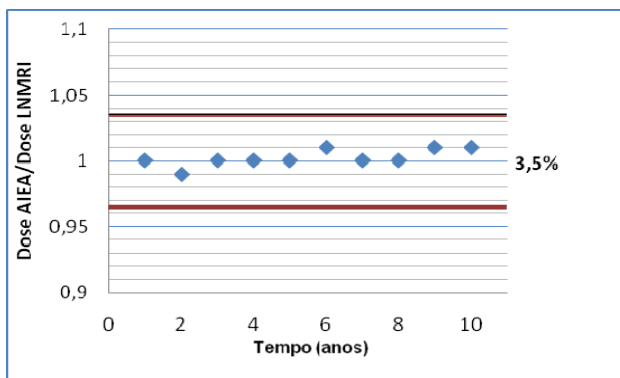


Figura 1- Valores da razão dose na água AIEA e LNMRI. As duas faixas contínuas representam a variação máxima permitida.

4-CONCLUSÃO

Todos os valores da razão dose na água lidos pela AIEA e irradiados pelo LNMRI estão dentro dos limites estabelecidos pela AIEA. Este resultado salienta o compromisso firmado pelo LNMRI em implantar procedimentos que garantem medidas de alta confiabilidade, exatidão e precisão na área de Metrologia das radiações ionizantes, sendo reconhecido tanto pela AIEA (como Laboratório de dosimetria padrão Secundário) como pelo INMETRO (laboratório nacional designado na área de Radiações Ionizantes).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Agência Internacional de Energia Atômica e ao corpo técnico do Instituto de Radioproteção e dosimetria

especialmente aos funcionários do Laboratório Nacional de Metrologia das radiações Ionizantes.

REFERÊNCIAS

- [1] International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. Technical Report Series No. 398. Vienna: IAEA, 2000.
- [2] International Atomic Energy Agency. Calibration of Reference Dosimeters for External Beam Radiotherapy. Technical Report Series No. 469. Vienna: IAEA, 2009.
- [3] International Atomic Energy Agency. Measurement Uncertainty . TECDOC 1585. Vienna: IAEA, 2008.
- [4] International Commission on Radiological Protection (ICRP), Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation. ICRP Publication 60, 1998.