

Avaliação da dependência energética de câmaras de ionização do tipo lápis calibradas em feixes padrões de tomografia.

Evaluation of the energy dependence of ionization chambers pencil type calibrated beam tomography standards.

Ladyjane Pereira Fontes¹, Maria da Penha A. Potiens²

^{1,2} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN – CNEN/SP. Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária – 05508-000. São Paulo – SP – Brasil.

E-mail: lpfontes@ipen.br

Resumo: O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI-IPEN), realiza calibrações de câmaras de ionização (CI) do tipo lápis utilizadas em medições de levantamento dosimétrico em sistemas clínicos de Tomografia Computadorizada (CT). Muitos usuários cometem equívocos ao utilizar uma câmara de ionização calibrada, na dosimetria de seus sistemas de CT. Neste trabalho foi estabelecida uma metodologia de determinação dos fatores de correção para qualidade (Kq) por meio da curva de calibração que é específica para cada câmara de ionização. Além disso, foi possível demonstrar a dependência energética existente nas CI do tipo lápis calibrada no LCI-IPEN.

Palavras Chave: Dependência Energética; Tomografia Computadorizada; Calibração; Câmara de Ionização.

Abstract: The Instrument Calibration Laboratory of IPEN (LCI - IPEN) performs calibrations of pencil-type ionization chambers (IC) used in measures of dosimetric survey on clinical systems of Computed Tomography (CT). Many users make mistakes when using a calibrated ionization chamber in their CT dosimetry systems. In this work a methodology for determination of factors of correction for quality (Kq) through the calibration curve that is specific for each ionization chamber was established. Furthermore, it was possible to demonstrate the energy dependence on an pencil-type Ionization Chamber(IC) calibrated at the LCI – IPEN.

Keywords Energy Dependence; Computed Tomography; Calibration; Ionization Chamber;

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN (LCI-IPEN) realiza calibrações de câmaras de ionização (CI) do tipo lápis utilizadas em medições de levantamento dosimétrico em sistemas clínicos de Tomografia Computadorizada (CT). A câmara de ionização do tipo lápis, figura 1, possui 100 mm de comprimento[1] (podendo chegar até 300 mm)[2], com formato cilíndrico[3], apresenta resposta uniforme as radiações que incidem em qualquer um de seus ângulos ao redor de seu eixo[4,5], também chamado de dependência direcional sendo indicada para equipamentos que possuam tubo de raios X rotacionais, ou seja, tomógrafos.



Figura 1: Câmara de Ionização do tipo Lápis

Muitos usuários cometem equívocos ao utilizar uma câmara de ionização calibrada, na dosimetria de seus sistemas de CT. Por esse motivo o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia de determinação dos fatores de correção para qualidade (Kq) por meio da curva de calibração que é específica para cada câmara de ionização. Além disso, foi possível demonstrar a dependência energética existente nas CI do tipo lápis calibrada no LCI-IPEN.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando-se as qualidades de radiação estabelecidas para o intervalo correspondente a um feixe de tomografia computadorizada (CT), RQT8 (100 kV), RQT9 (120 kV) e RQT10 (150 kV), e a câmara de ionização padrão do LCI,

modelo RC 3CT marca radcal, foram aplicados os procedimentos de calibração segundo o código de prática da agência internacional de energia atômica TRS457 conforme figura 2. O método utilizado foi o método da substituição, onde as medições de kerma no ar são feitas primeiramente com o padrão na mesma posição da câmara de ionização em calibração e corrigidas pelas condições ambientais.

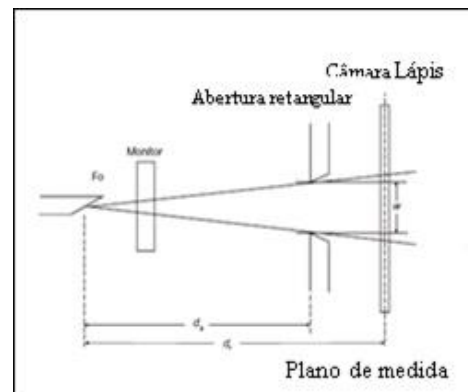


Figura 2: Esquema de Arranjo para calibração de acordo com o TRS457.

Após isso, foram determinados os coeficientes de calibração Nk para as câmaras de ionização do tipo lápis enviadas para o LCI. A Partir dos valores de Nk, foi possível obter os fatores de correção para qualidade Kq, para cada uma das qualidades estabelecidas, para cada câmara de ionização do tipo lápis calibradas. A avaliação dos fatores de correção para a qualidade foi realizada para o intervalo de energia de 48,0 a 65,1 KeV. Em todos os casos os coeficientes de calibração foram normalizados para a qualidade de radiação de referência, RQT9 (120 kV).

2.1. Determinação da taxa de kerma no ar com a câmara padrão

Para determinar a taxa de kerma no ar, foram utilizados os fatores de correção para qualidade (Kq) e coeficientes de calibração (Nk) fornecidos pelo laboratório primário alemão PTB, e multiplicados pelas leituras obtidas com o a câmara padrão como em (1)[6]:

$$K_{ar} = N_k \times K_q \times M \quad (1)$$

Onde M é leitura com o instrumento de referência.

2.2. Determinação do coeficiente de calibração N_k

O coeficiente de calibração N_k foi determinado a partir do quociente entre a leitura da taxa de Kerma no ar da câmara padrão, pela média das leituras de taxa de kerma no ar da câmara em calibração e corrigida pelas condições ambientais como em (2):

$$N_k = \frac{K_{ar}}{M \times F_{t,p}} \quad (2)$$

Onde K_{ar} é a taxa de Kerma no ar obtida através da câmara padrão; M é a média das leituras de taxa de kerma obtidas com a câmara em calibração e $F_{t,p}$ é o fator de correção para temperatura e pressão.

2.3. Determinação do fator de correção para qualidade K_q

O fator de correção para qualidade K_q , foi determinado através do coeficiente de calibração N_k como em (3):

$$K_q = \frac{N_k}{N_{k ref}} \quad (3)$$

Onde $N_{k ref}$ é o coeficiente de calibração para o feixe de referência RQT9(120kV).

2.3. Câmaras de ionização analisadas

Foram analisadas 8 câmaras de ionização, todas da marca Radcal sendo:

5 Câmaras de ionização modelo 10x5 CT;
2 Câmaras de ionização modelo 10x6 CT;
1 Câmara de ionização modelo 20x6 CT;

Essas câmaras foram enviadas para calibração durante o ano de 2013. Foram analisados os coeficientes de calibração e os fatores de correção

para energia.(K_q) constantes nos seus certificados de calibração. Na tabela 1, estão relacionadas as características das qualidades padrões em que as câmaras foram calibradas:

Tabela 1: Características da qualidades padrões para calibração das câmaras de ionização.

Qualidade	Tensão	Corrente	1 ^a CSR (mmAl)
RQT8	100 Kv	10 mA	6,9
RQT9	120 Kv	10 mA	8,4
RQT10	150 Kv	10 mA	10,1

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a determinação dos fatores de correção para qualidade K_q no intervalo de energia padrão foi possível observar a dependência energética existente nas câmaras de ionização do tipo lápis calibradas no LCI –IPEN conforme tabela 2:

Tabela 2: Valores de K_q para qualidade de referência.

CÂMARA DE IONIZAÇÃO	FATOR DE CORREÇÃO PARA QUALIDADE K_q		
	RQT8 48 keV	RQT9 55,6 keV	RQT10 65,1 keV
A – 10x5 CT	0,994	1	0,992
B – 10x5 CT	1	1	0,96
C – 10x5 CT	0,993	1	1,015
D – 10x5 CT	0,989	1	1,01
E – 10x5 CT	0,987	1	1,011
F – 10x6 CT	1,01	1	0,991
G – 10x6 CT	1,03	1	1

H – 20X 6 CT	0,995	1	0,984
PADRÃO	0,995	1	1

[5] MAIA, A. F.; CALDAS, L. V. E. Calibração das câmaras de ionização para feixes de tomografia computadorizada no Brasil: a realidade atual. Radiologia Brasileira, v. 39(3), p. 209-213, 2006.

É possível notar que nos casos B e C mesmo as câmaras sendo de mesmo fabricante e modelo houve uma variação de dependência energética de 4% e 1,5% respectivamente, o que nos leva a deduzir que a dependência energética é imparcial quando se trata do comportamento do mesmo tipo de equipamento.

4. CONCLUSÃO

Verificada a imparcialidade da dependência energética nas câmaras de ionização do tipo lápis, sugere-se que o usuário conhecendo a faixa de energia que está trabalhando, construa uma curva de calibração, a partir dos fatores de correção para qualidade (K_q) fornecidos em seus certificados de calibração e encontre os valores de K_q adequados em suas medições.

5. REFERÊNCIAS

[1] HEIKEN, J. P.; PETERSON C.M.; MENIAS C.O. VIRTUAL COLONOSCOPY FOR COLORECTAL CANCER SCREENING: CURRENT STATUS. INTERNATIONAL CANCER IMAGING SOCIETY, V. 5, P. 133-139, 2005.

[2] PTW Freiburg GmbH<http://www.ptw.de/ctdi_set_for_ct_dosimetry0.html?&cld=6432&MP=2916-2917> acesso em outubro de 2014.

[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Joint ICTP/IAEA Advanced School on Dosimetry in Diagnostic Radiology and its Clinical Implementation (Dosimetry for CT (1): Basic Dosimetry), 2009.

[4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS. Journal of the ICRU, v. 5 n. 2 (2005) Report 74 Oxford University Press, 1989

[6] DIAS, D. M. Estabelecimento de um novo método de calibração de câmaras de ionização tipo lápis para dosimetria em feixes de tomografia computadorizada. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2010. Tables should be centered unless they occupy the full width of the page.