

Estudo das condições de radiação para obtenção do feixe padrão em tomografia computadorizada

Study of radiation conditions for obtaining standard beam computed tomography

Lúcio das Chagas de Andrade¹, José Guilherme Pereira Peixoto^{1,2},

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD; ² Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

E-mail: lucio-andrade@hotmail.com

Resumo: No Brasil existe a necessidade de expandir a rastreabilidade na calibração de câmaras utilizadas na dosimetria em CT. Desta forma, com o objetivo de promover a expansão das condições de radiação RQT, o LNMRI disseminará este resultado. Essas condições de radiação podem ser caracterizadas em termos de tensão no tubo de raios X (PPV), primeira camada semi-redutora (1ª CSR) e coeficiente de homogeneidade (CH). O LNMRI apresentou resultados satisfatórios dentro das especificações internacionais sugeridas pela IEC 61267 e TRS 457.

Palavras-chave: qualidade de radiação RQT, Tomografia computadorizada, CT.

Abstract: In Brazil there is a need to expand the traceability for the calibration of cameras used in dosimetry in CT. Thus, in order to promote the expansion of the radiation conditions RQT, LNMRI disseminate this greatness. These radiation conditions may be characterized in terms of tension in the X-ray tube (PPV), the first half-value layer (1st HVL) and homogeneity coefficient (CH). The LNMRI achieved satisfactory results within the international specifications suggested by IEC 61267 and TRS 457.

Keywords: quality radiation RQT, computed tomography, CT.

1. INTRODUÇÃO

A crescente utilização da tomografia computadorizada (CT) na área do diagnóstico por imagem mostra a importância do conhecimento e divulgação aos médicos, que prescrevem exames de diagnóstico em geral, das doses relativamente altas^[1], as quais os pacientes são submetidos

durante os procedimentos de tomografia computadorizada, para que tenham plena consciência ao recomendar um exame diagnóstico com esta tecnologia^[2]. No Reino Unido, estudos mostraram que embora os procedimentos em CT representam apenas 7% do número total de procedimento médicos que

utilizam radiação X, estes são responsáveis por cerca de 47% da dose coletiva total^[3].

No Brasil existe rastreabilidade para calibração das câmaras de ionização utilizadas nos procedimentos dosimétricos em CT, mas existe uma necessidade de expandir essa rastreabilidade à rede de laboratórios de metrologia dedicada à calibração das grandezas usadas em CT, onde já existe um bom número de laboratórios de metrologia em radiações ionizantes que possuem a caracterização das condições de radiação para procedimentos em CT, chegando 65 %.

Desta forma, com o objetivo de expandir a rastreabilidade das condições de radiação RQT (Radiations Qualities Tomography)^[6], o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações – LNMRI disseminará esta grandeza.

1.1 Fundamentos teóricos

As condições de radiação RQT, também conhecidas como qualidade de feixes de raios X que simulam feixes não-atenuados produzido por um tomógrafo, são utilizados em aplicações em tomografia computadorizada e para calibração de câmaras de ionização tipo lápis. Essas condições de radiação podem ser caracterizadas em termos de tensão no tubo de raios X (PPV), primeira camada semi-redutora (1ª CSR) e coeficiente de homogeneidade (CH).

A grandeza Tensão de Pico Prático (PPV) foi introduzida ao uso prático pela norma IEC 61676^[4] como uma grandeza elétrica mais fortemente relacionada ao contraste de imagem do que a outros parâmetros mais frequentemente utilizados na calibração, manutenção e controle de qualidade de equipamentos de raios X, como o $kVp_{\text{médio}}$ ou o kVp_{absoluto} . Atualmente, o PPV é recomendado pelos organismos internacionais International Electrotechnical Commission (IEC)^[5] e International Atomic Energy Agency (IAEA)^[6]

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

como padrão de tensão aplicada a tubos de radiodiagnóstico, na caracterização de feixes de raios X a serem utilizados na calibração de medidores de dose e medidores não invasivos da tensão aplicada a tais tubos.

A CSR e o coeficiente de homogeneidade são parâmetros que definem a capacidade de penetração de feixe ou sua “dureza”. A CSR reduz a intensidade do feixe à metade de seu valor sem filtração adicional^[2], logo diminui a largura de seu espectro tornando o feixe mais homogêneo. O coeficiente de homogeneidade é a razão entre a primeira e a segunda CSR.

A caracterização das condições de radiação RQT foi implementada pela IEC 61267^[5] e a metodologia usada para caracterização pode ser observada no código de práticas TRS 457^[6] (Technical Report Series 457 - IAEA) aplicada em laboratórios que possuem as qualidades RQR.

Tabela 1: Qualidades de radiação RQT (IEC 61267, TRS 457).

Qualidade	Tensão nominal aplicada ao tubo (kV)	Filtro adicional (mm Cu)	Espessura Nominal 1ª CSR (mm Al)
RQT 8	100	0,20	6,9
RQT 9	120	0,25	8,4
RQT 10	150	0,30	10,1

Uma vez que as qualidades de referência da série RQR estão estabelecidas, aquelas da série RQT são prontamente obtidas pela adição da filtração adicional de cobre^[6].

É recomendado que a quantidade da filtração de cobre seja inserida como filtração adicional na saída do feixe e então encontrada a CSR. Esta verificação deve ser feita através de medidas de Kerma ou taxa de Kerma no ar, utilizando filtros atenuadores de Al com espessuras equivalentes às CSR recomendadas. Se a razão entre os valores de Kerma no ar, com e sem atenuação, estiverem entre 48,5% e 51,5%, as qualidades de

radiação das séries RQT estarão estabelecidas. Se a razão obtida estiver fora desse intervalo um ajuste na filtração de cobre deverá se feita ^[6].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados um equipamento de raios X Pantak modelo HF 160, uma câmara de ionização tipo lápis Radcal 10x5-3CT, um medidor de tensão não-invasivo PTW Diavolt Universal, um eletrômetro Keithley modelo 6517A, um termômetro Hart Scientific Chub-E4 1529, Programa de aquisição de dados LabView e um barômetro Druck modelo DPI 141. O Diavolt foi posicionado a 50 cm do tubo para medidas do PPV (kV) e a câmara, acoplada ao eletrômetro foi posicionada a 100 cm do tubo para medidas de carga (nC).

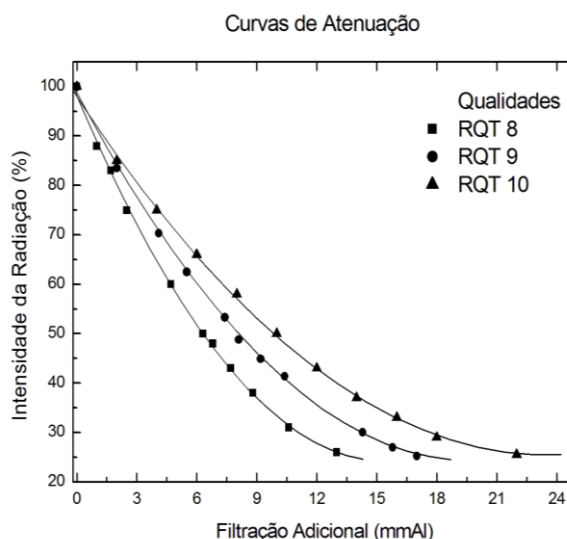
Como o LNMRI já possui as qualidades de radiação RQR implementadas, optou-se pela metodologia sugerida pelo código de práticas TRS 457 onde a qualidade RQT é obtida a partir da qualidade RQR realizando o procedimento de adição de filtros de cobre de alta pureza. Esses filtros foram utilizados para confirmação das CSR obtidas.

3. RESULTADOS

Nessa metodologia de caracterização foi necessário um ajuste na filtração adicional de Cu para obtenção da CSR sugerida na tabela 1.

Três curvas de atenuação foram obtidas, onde é possível verificar a espessura da filtração

adicional equivalente em milímetros de Alumínio. Os valores das CSR são obtidos quando a intensidade da radiação é reduzida em 50%.



Na Tabela 2 foram citados os valores de medidas de PPV. Os valores encontrados ficaram dentro dos limites de aceitação em relação à incerteza recomendado pela IEC 61267. Pode-se verificar a espessura encontrada para filtros apenas de cobre, usado como outra metodologia para determinar a CSR sem que necessite que a qualidade RQR já esteja implementada.

Tabela 2: Valores das grandezas que caracterizam as qualidades RQT determinados no LMNRI.

Qualidade	Tensão nominal aplicada ao tubo (kV)	PPV (kV)	Filtração Adicional à RQR (mmCu)	Filtração nominal Total (mmCu)
RQT 8	100	101,00 ± 0,02	0,25	1,25
RQT 9	120	119,00 ± 0,03	0,30	1,35
RQT 10	150	152,00 ± 0,02	0,35	1,65

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que os valores encontrados para filtração adicional de cobre estão um pouco acima dos valores sugeridos pela IEC 61267 e pela TRS 457, o que pode ser considerado normal uma vez que cada equipamento possui filtração inerente característica. A caracterização das condições de radiação em CT no LMNRI proporciona a possibilidade de trabalhos futuros. O resultado obtido com apenas filtração adicional de cobre revela ser uma boa oportunidade para laboratórios que não possuem a qualidade RQR implantada e que desejam caracterizar as condições de radiação RQT.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN pelo apoio financeiro e ao LMNRI pela disponibilização de todo equipamento necessário para obtenção desses resultados.

5. REFERÊNCIAS

[1] AAPM Report no. I I I. *Comprehensive Methodology for the Evaluation of Radiation Dose in X-ray Computed Tomography*. 2010. American Association of Physicists in Medicine, 2010.

[2] MAIA, A F. *Padronização de feixes e metodologia dosimétrica em tomografia* 8º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bento Gonçalves/RS, 2015

computadorizada. 2005. São Paulo. 2005. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.

[3] HART D.; WALL, BF. UK population dose from medical X-ray examinations. *Eur. J. Radiol.*, v. 50, p. 285-291, 2004.

[4] International Electrotechnical Commission. *Medical electrical equipment - Dosimetric instruments used for non-invasive measurement of X-ray tube voltage in diagnostic radiology (IEC 61676:2002)*. Geneva: International Electrotechnical Commission; 2002.

[5] International Electrotechnical Commission. *Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in determination of characteristics (IEC 61267:2005)*. Geneva: International Electrotechnical Commission; 2005.

[6] International Atomic Energy Agency. *Dosimetry in diagnostic radiology - an international code of practice*. Viena: TRS 457; 2007.