

## Condições de radiação em tomografia computadorizada para laboratórios sem o feixe padrão em radiologia diagnóstica convencional

**ANDRADE LC<sup>1</sup>, PEIXOTO JGP<sup>1,2</sup>**

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

E-mail: lucio-andrade@hotmail.com

**Resumo:** A QCT é uma qualidade de radiação em tomografia computadorizada (TC) para laboratórios que não possuem as qualidades de radiação RQR caracterizadas. Ela é similar às qualidades de radiação RQT da IEC 61267 (2005). Diferente da RQT ela possui como filtração total apenas cobre (Cu). A confirmação da caracterização da QCT no LNMRI foi realizada pela metodologia da norma IEC 61267 e pelo TRS 457. A concordância entre os resultados das taxas de kerma no ar e coeficiente de homogeneidade nas qualidades RQT e QCT foram acima de 90 e 97% respectivamente. Incertezas para  $k = 2$  menor que 3%.

**Palavras-chave:** qualidade de radiação, TC, dosimetria em TC.

**Abstract:** The QCT is a radiation quality of computed tomography (CT) for laboratories that do not have the featured RQR radiation qualities. It is similar to RQT radiation qualities IEC 61267 (2005). Unlike RQT it has as total filtration only copper (Cu). Confirmation of characterization of QCT in LNMRI was carried out by the methodology of IEC 61267 and the TRS 457. The agreement between the results of kerma in the air rates and of homogeneity in RQT and QCT qualities were over 90 and 97% respectively. Uncertainties for  $k = 2$  less than 3%.

**Keywords:** radiation quality, CT, dosimetry in CT.

### 1. INTRODUÇÃO

Radiologia diagnóstica é a prática médica que utiliza radiação ionizante para obtenção de um diagnóstico. Conseguir, de maneira menos invasiva, uma imagem do interior do corpo humano para uma análise posterior é a principal função do radiodiagnóstico.

Entre as técnicas, em radiodiagnóstico, utilizadas em clínicas e laboratórios a tomografia computadorizada (TC) é a mais eficiente. Ela permite a obtenção de uma imagem em 3D do interior do corpo humano.

Apesar de sua eficiência existe um cuidado quanto às altas taxas de doses nos pacientes durante a prática médica. Em geral as doses em TC são maiores do que nos exames em radiodiagnóstico convencional, mamografia e aplicações odontológicas.

Tendo isso em questão, existe a necessidade de um controle quanto às doses fornecidas por esses equipamentos. A dosimetria em TC é a prática que tem por objetivo a medição da dose gerada por um tomógrafo.

O dosímetro utilizado em tomógrafos é a câmara de ionização tipo lápis e a calibração desse tipo de câmara deve ser realizada numa condição de radiação que simule o feixe não atenuado de um tomógrafo, que são as qualidades de radiação RQT (IAEA, 2007)(IEC, 2005). Para obtenção da RQT é necessária prévia caracterização das qualidades de radiação RQR, que simula o feixe de raios X em radiodiagnóstico convencional e aplicações odontológicas (IAEA, 2007) (PEIXOTO; ALMEIDA, 2015).

O Laboratório Nacional de Metrologia das radiações Ionizantes – LNMRI/IRD desenvolveu uma alternativa para caracterização das qualidades de radiação em TC em laboratórios que não possuem o feixe padrão em radiologia convencional e desejam realizar estudos voltados para tomografia computadorizada.

A Qualidade de Cobre em Tomografia – QCT é a condição de radiação similar às qualidades de radiação RQT e são obtidas sem que sejam previamente caracterizadas as qualidades de radiação RQR.

## 2. FUNDAMENTOS

### 2.1. Características do feixe padrão

A qualidade padrão de radiação em TC (RQT) é caracterizada em termos de tensão de pico prático (kV), filtração adicional (mm Cu) e 1ª CSR (Camada Semi-Redutora em mm Al), tabela 1 (IEC, 2005).

Para caracterizar a RQT adiciona-se uma filtração de cobre às qualidades RQR 8, RQR 9 e RQR 10 obtendo assim às RQT 8, RQT 9 e RQT 10 respectivamente (IAEA, 2007)(IEC, 2005).

Tabela 1: Qualidade de radiação RQT (IEC, 2005).

Qualidade	PPV (kV)	Filtração Adicional (mm Cu)	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

\* Radiação de referência

A filtração adicional total é composta de alumínio e cobre (mm Al + mm Cu), sendo o alumínio característico da filtração adicional das qualidades de radiação RQR.

### 2.2. Características do feixe similar QCT

A filtração total da Qualidade de Cobre em Tomografia – QCT é composta apenas de cobre. A QCT é caracterizada em termos de tensão de pico prático (kV), filtração total (mm Cu) e 1ª CSR (mm Al), tabela 2.

Tabela 2: Qualidade de radiação QCT (LNMRI).

Qualidade de radiação	Tensão em PPV (kV)	Filtração nominal total (mm Cu)	1ª CSR nominal (mm Al)
QCT 8	100	0,32	6,9
QCT 9	120	0,40	8,4
QCT 10	150	0,51	10,1

As CSR's são as mesmas que as da série RQT. Se duas qualidades possuem a mesma tensão aplicada ao tubo de raios X e a mesma 1ª CSR, conclui-se que são similares entre si, dessa forma, a condição de radiação QCT é similar à RQT.

### 2.3. 1ª Camada semi-redutora

A primeira camada semi-redutora é definida pela espessura de um material qualquer, necessário para reduzir pela metade a intensidade inicial de um feixe de raios X. A CSR fala diretamente sobre a qualidade do feixe, pois, quanto mais energético (quanto maior for seu poder de penetração) maior será a espessura necessária

para reduzir sua intensidade à metade. É importante numa medida de CSR usar os feixes bem colimados, pois com feixes divergentes, aparecerão radiações secundárias nos absorvedores, que contribuirão para aumentar a dose no instrumento de medida e que, aparentemente, irá fornecer uma CSR maior. A CSR é utilizada como uma medida da penetrabilidade da radiação. No radiodiagnóstico essa filtração é alumínio (PEIXOTO, 2002).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização do feixe

A caracterização consiste na obtenção de um feixe que possua a 1ª CSR dentro de um intervalo definido, tendo como valor central a 1ª CSR nominal em mm Al, tabela 2 (IEC, 2005)(IAEA, 2007).

Mede-se as taxas de kerma na posição de ensaio (1 m) sem e com a 1ª CSR nominal e verifica-se a razão entre elas. A razão das taxas deverá estar entre 0,485 e 0,515 (IAEA, 2007). Isso mostra que quando a razão se aproxima de 0,50 o feixe se torna mais parecido com o feixe padrão estabelecido na IEC 61267 (2005).

A espessura da filtração total (mm Cu) em que a razão das taxas de kerma no ar mais se aproximar

de 0,50, dentro do intervalo definido, deverá ser adotada.

#### 3.2. Comparação entre QCT e RQT no LNMRI

Foi realizada uma comparação entre as qualidades de radiação QCT e RQT caracterizadas no LNMRI/IRD. Os parâmetros considerados durante a comparação foram: taxa de kerma no ar, obtidas na calibração da câmara 10x5 – 3CT da radical Corporation pelo padrão secundário RC3CT com rastreabilidade no PTB, e o coeficiente de homogeneidade (h).

O coeficiente de homogeneidade (h) é a razão entre a 1ª e 2ª CSR obtidas através da curva de atenuação de cada qualidade.

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Caracterização da QCT

Foram obtidas as espessuras das filtrações totais em cobre (Cu) pela verificação das razões das taxas de kerma, em seguida, as curvas de atenuação, as 1ª CSR's e seus coeficientes de homogeneidade, tabela 3. As curvas de atenuação e as 1ª e 2ª CSR's são observadas na figura 1.

Tabela 3: Qualidade de radiação QCT implantada no LNMRI/IRD. Filtração total, primeira camada semi-redutora e coeficiente de homogeneidade.

Qualidade	Tensão em PPV (kV)	Corrente (mA)	Filtração total <sup>1</sup> (mm Cu)	1ª CSR <sup>2</sup> (mm Al)	1ª CSR <sup>3</sup> (mm Al)	h <sup>4</sup>	Razão <sup>5</sup>
QCT 8	100,2 ± 2,0	3,84	0,318	6,9	6,91	0,809	0,501
QCT 9	118,5 ± 2,4	2,92	0,398	8,4	8,78	0,852	0,513
QCT 10	146,2 ± 2,9	2,15	0,527	10,1	10,52	0,874	0,513

<sup>1</sup> Sem considerar filtração inerente do tubo (1 mm Be)

<sup>2</sup> Nominal (IEC 61267, 2005)

<sup>3</sup> LNMRI/IRD

<sup>4</sup> Coeficiente de homogeneidade

<sup>5</sup> A razão precisa estar entre 0,485 e 0,515 (IAEA, 2007).

Observa-se na tabela 3 que os valores das razões das taxas de kerma no ar ficaram dentro do limite estabelecido pela norma o que garante a similaridade do feixe obtido com o feixe padrão definido pela mesma.

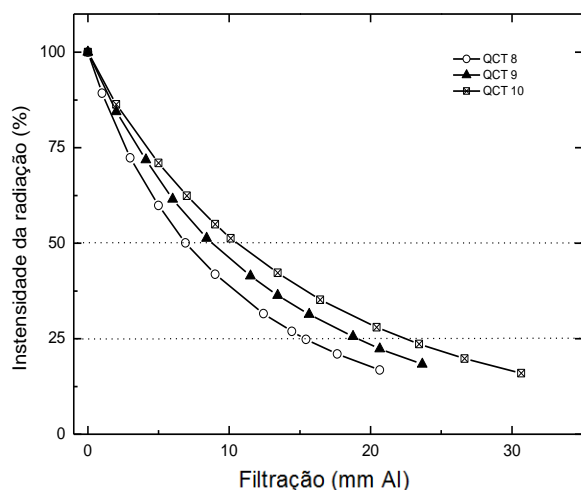


Figura 1: Curvas de atenuação característica das qualidades de radiação QCT, similar às RQT, implantadas no LNMRI/IRD.

### 3.2. Comparação entre QCT e RQT

Levando em conta a diferença na densidade da filtração total para cada condição de radiação é possível verificar tendências significativas iguais entre as funções atenuação, figura 2. O comportamento encontrado nas funções referentes às qualidades de radiação similares, QCT, é devido às densidades dos diferentes materiais, onde o cobre e o alumínio possuem densidades de 8,93 e 2,7 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Foi obtido um percentual de concordância entre as taxas de kerma e entre os coeficientes de homogeneidade, entre RQT 8 e QCT 8, entre RQT 9 e QCT 9 e entre RQT 10 e QCT 10 foram de 91 e 99,7, de 97 e 98,3 e de 97 e 99 %, respectivamente.

As taxas de kerma obtidas com as câmaras na posição horizontal, com colimação de 58% da região sensível das câmaras, nas qualidades RQT,

foram de 41,55, 44,48 e 48,67 mGy/min, para RQT 8, RQT 9 e RQT 10 respectivamente. Ainda na horizontal as taxas foram 45,67, 45,61 e 50,4 mGy/min, nas qualidades QCT 8, 9 e 10 respectivamente.

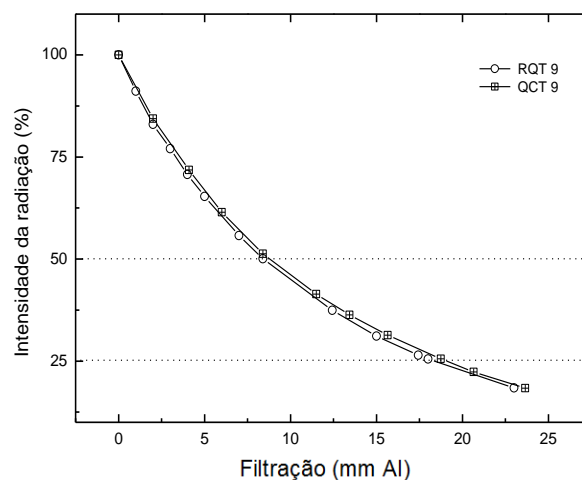


Figura 2: Comparação entre as curvas de atenuação da qualidade de referência RQT 9 e a qualidade similar QCT 9 implantadas no LNMRI/IRD.

Na posição vertical, colimação de 66% da região sensível das câmaras, as taxas obtidas nas qualidades RQT 8, 9 e 10 foram 34,53, 34,9 e 40,37 mGy/min. As taxas obtidas nas qualidades QCT 8, 9 e 10, na posição vertical, foram de 38,09, 37,68 e 41,18 mGy/min respectivamente.

## 5. CONCLUSÃO

Com a substituição da filtração adicional total das qualidades RQT, composta de Al + Cu, por uma filtração total composta apenas de cobre, pode-se verificar o surgimento de uma qualidade similar à qualidade RQT. A metodologia adotada para assegurar a caracterização do feixe foi verificar se a razão das taxas de kerma no ar estava dentro dos limites estabelecidos pela IEC para as qualidades RQT. Foi obtido em percentual de

50,1% na QCT 8, 51,3% na QCT 9 e 51,3% na QCT 10. Os resultados mostraram que o feixe obtido possui as mesmas características exigidas pela IEC 61267(2005).

Os resultados obtidos na calibração, nas qualidades RQT e QCT, apresentaram incertezas expandidas com nível de confiança 95,45 %, abaixo de 3%.

## 6. REFERÊNCIAS

AIEA, I. A. E. A. **Technical Reports Series n°: 457. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice** Technical Reports Series no. 457. [s.l: s.n.].

IEC, I. E. C. **Medical diagnostic x-ray equipment - radiation conditions for use in the determination of characteristics**. IEC 61267 ed. Geneva: IEC 61267, 2005.

PEIXOTO, J. G.; ALMEIDA, C. E. de. Protocolo técnico da comparação bilateral em radiologia diagnóstica: Partes 1, 2 e 3. **Congresso brasileiro de Metrologia das radiações Ionizantes - CBMRI**, v. 2, 2015.

PEIXOTO, J. G. P. **Rastreabilidade e controle de qualidade em mamografia; medidas e modelos**. 2002. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.