

Caracterização das Qualidades de Radiação (RQT) usadas na determinação das características em aplicações de CT de acordo com a IEC 61267: 2005.

Daniel M. Dias, Iremar A. S. Junior e Maria da Penha A. Potiens

*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, Brasil
Comissão Nacional de Energia Nuclear, (CNEN), São Paulo, Brasil*

Resumo. A proposta deste estudo foi estabelecer as qualidades de radiação padrão RQT que simulam feixes não atenuados usados em Tomografia Computadorizada (TC). Assim, para evitar esforço excessivo no estabelecimento das qualidades de radiação por meio da distribuição espectral da fluência de fótons, a caracterização destas qualidades de radiação padrão foram expressas em termos da tensão do tubo de raios-X, e da primeira e da segunda camadas semi-redutoras (CSR). Para estabelecer o feixe de radiação padrão, de acordo com a IEC 61267 e o TRS 457 foram medidos primeiro os valores corretos das tensões do tubo de raios X em termos de PPV (Tensão de Pico Prático). As qualidades RQT foram produzidas usando o mesmo arranjo montado para as qualidades RQR que haviam sido estabelecidas anteriormente, e, para simular o paciente de modo a atingir as séries do padrão RQT, camadas de cobre (Cu) de pequenas espessuras foram utilizadas para obter os valores da primeira CSR segundo a IEC 61267.

Palavras-chave: proteção radiológica, radiologia, instrumentação, qualidade de radiação, câmara de ionização tipo lápis.

Characterization of Radiation Qualities (RQT) used for the determination of characteristics in CT application according to IEC 61267: 2005.

Abstract. The purpose of this study was to establish the standard RQT radiation qualities which represent simulations of the unattenuated beam used in Computed Tomography (CT). Thus, to avoiding excessive efforts for establishing a radiation quality by means of the spectral distribution of the photon fluence, the characterization of these standard radiation qualities was expressed in terms of the X-ray tube voltage, first and second half-value layer (HVL). To establishing the standard radiation beam, according to the IEC 61267 and the TRS 457 was measured first of all the correct values of the X ray tube voltages in terms of Practical Peak Voltage. The standard radiation qualities RQT were produced using the same set up mounted for the RQR qualities which had been early established, and for simulating the patient in order to achieve the standard RQT series, suitable thicknesses of layers of copper were used to obtain the values of the first HVL according to IEC 61267.

Keywords: radiation protection, radiology, instrumentation, radiation quality, pencil ionization chamber.

1. Introdução

Para ter disponíveis campos padronizados de radiação, usados em investigações médicas, físicas ou metrológicas, conjuntos de qualidades de radiação bem estabelecidas são indispensáveis e constituem uma importante ferramenta em diversas situações. No caso do Laboratório de Calibração do IPEN (LCI), São Paulo, onde diariamente monitores clínicos de radiação são calibrados, a norma IEC 61267[1] é a referência quanto ao estabelecimento de feixes padronizados utilizados em Radiodiagnóstico.

Porém, a última edição revisada da norma acima citada trouxe como novidade as qualidades definidas por ela como RQT, que simulam feixes não-atenuados e são usadas em aplicações

especiais de TC (no caso do LCI, na calibração das câmaras de ionização tipo lápis, utilizadas em Tomógrafos para avaliação de doses nos pacientes). As principais alterações dizem respeito à introdução da grandeza tensão de pico prático (PPV) para medir a tensão do tubo de raios X; introdução de um novo procedimento para estabelecer as camadas semi-redutoras (CSR) e de filtros especiais de cobre (Cu) para simulação do paciente.

Por isso, o objetivo deste trabalho é adequar o LCI aos atuais padrões metrológicos e permitir que as câmaras de ionização do tipo lápis sejam em breve calibradas segundo as recomendações internacionais. Inicialmente, serão realizadas medidas de PPV (kV) e determinação das

filtrações adicionais de cobre através dos valores de CSR recomendados pela IEC 61267[1] e pelo Código de Prática recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica, TRS 457[2]. Após isto, serão confeccionadas as curvas de atenuação para cada qualidade, partindo-se de suas respectivas filtrações adicionais.

2. Material e Métodos

Foi utilizado para a caracterização das RQT um equipamento industrial de radiação X, marca Pantak/Seifert, do LCI-IPEN, nas tensões respectivas às aplicações clínicas de CT (100, 120 150 kV) e corrente constante de 10 mA. Para as medidas de PPV nas tensões nominais acima citadas, foi utilizado um medidor não-invasivo da marca PTW, modelo Diavolt, rastreável ao PTB. Para a determinação das filtrações adicionais, foi utilizada uma câmara de ionização tipo lápis da marca Victoreem, modelo 6000-100, acoplada a um eletrômetro PTW, modelo Unidos E. A câmara de ionização foi posicionada a uma distância de de 100 cm durante as medidas de carga (nC) e o medidor Diavolt foi posicionado na saída do tubo para as medidas de PPV (kV).

Uma vez que as RQR foram estabelecidas, as RQT são facilmente obtidas pela adição dos filtros de Cu através do método de "tentativa e erro". Para isso são usados filtros de Al na espessura da CSR recomendada. Estes mesmos filtros serão utilizados na confecção das curvas de atenuação para confirmação da 1ª CSR e obtenção da 2ª CSR. Todos estes filtros utilizados possuem diferentes espessuras e uma alta pureza (superior a 99,9%).

Colimadores com diâmetro apropriado para permitir a irradiação de todo o volume sensível da câmara foram utilizados de modo a evitar a presença de radiação espalhada na mesma. Sendo esta, uma condição essencial tanto nas medidas de CSR quanto nas características inerentes às qualidades RQT.

3. Resultados

Partindo-se das qualidades de radiação RQR (feixes diretos) anteriormente estabelecidas no LCI, foram encontradas as filtrações adicionais de Cu, tendo-se como referência os valores mostrados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Qualidades de radiação RQT, norma IEC 61267[1].

| Qualidade | Tensão nominal aplicada ao tubo (kV) | Filtro Adicional (mmCu) | Espessura nominal da 1ª CSR (mmAl) |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| RQT 8 | 100 | 0,20 | 6,9 |
| RQT 9 | 120 | 0,25 | 8,4 |
| RQT 10 | 150 | 0,30 | 10,1 |

Neste método de caracterização, foram permitidos ajustes na filtração adicional de Cu para que os valores de CSR recomendados fossem obtidos. E baseando-se nesta metodologia todas as CSR foram atingidas nos exatos valores recomendados pelo atual padrão anteriormente citado.

Na tabela 2 são apresentados os resultados das medidas de PPV, os quais foram satisfatórios em relação às incertezas estipuladas pela IEC 61267[1]. Também são mostradas as espessuras em Cu encontradas relativas às filtrações adicionais e para efeito explicativo a filtração total que caracteriza a qualidade RQT.

Tabela 2. Parâmetros característicos das qualidades RQT.

| Qualidades de Radiação | Tensão nominal (kV) | PPV (kV) | F.A.=Filtração Adicional | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | F. A. (mmCu) | Filtração total (RQR + F. A.) (mmAl + mmCu) |
| RQT 8 | 100 | 101,38 ⁽¹⁾ | 0,30 | 3,2 + 0,30 |
| RQT 9 | 120 | 121,02 ⁽²⁾ | 0,35 | 3,5 + 0,35 |
| RQT 10 | 150 | 151,36 ⁽³⁾ | 0,35 | 4,2 + 0,35 |

⁽¹⁾ ±0,09

⁽²⁾ ±0,15

⁽³⁾ ±0,69

Após a determinação das filtrações adicionais, foram construídas as curvas de atenuação mostradas nas figuras 1, 2 e 3. Onde podem ser identificados graficamente os valores da 1ª e 2ª CSR (transmissão de 50% e 25% respectivamente).

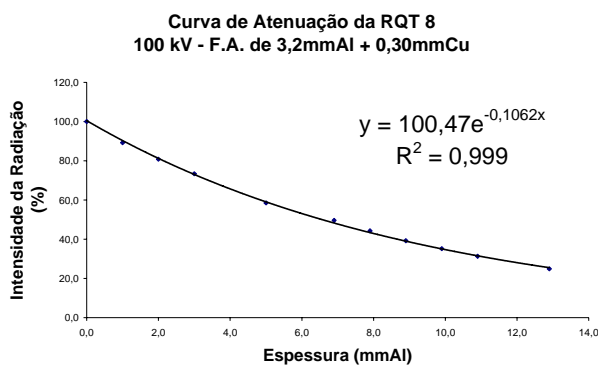


Figura 1. Curva de atenuação referente à qualidade de radiação RQT 8.

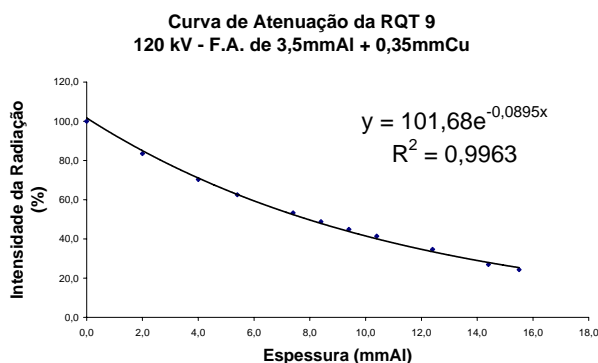


Figura 2. Curva de atenuação referente à qualidade de radiação RQT 9.

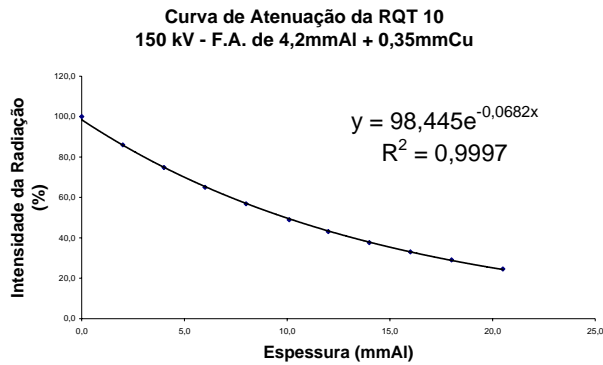


Figura 3. Curva de atenuação referente à qualidade de radiação RQT 10.

2. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series 457. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Vienna, Austria, 2007.

Contato:

Daniel Menezes Dias

dmdias@ipen.br

Maria da Penha. A. Potiens

mppalbu@ipen.br

Iremar A. S. Júnior

iremarjr@ipen.br

4. Discussão e Conclusões

Para atingir alguns objetivos relacionados a melhoria na padronização dos feixes, certos graus de liberdade no modo com que as qualidades de radiação eram estabelecidas foram removidos.

Na primeira edição deste padrão as filtrações adicionais tinham valores fixos e os valores tensão do tubo eram ajustados para cada CSR a ser atingida, ou seja, como os equipamentos possuem filtrações inerentes diferentes, os valores de tensão flutuavam dentro de um limite de 5%.

Já nesta última edição revisada da IEC 61267[1], com a introdução do PPV, a recomendação é que os valores nominais de tensão sejam fixos para cada qualidade. Com isso, o ajuste deve ser feito na filtração adicional para que a CSR exigida seja atingida, passando de valor nominal a valor real.

Pelos resultados podemos perceber que os valores das filtrações adicionais de Cu encontrados, diferem ligeiramente dos valores recomendados pelo padrão, pois foram feitos os ajustes necessários. Mas isto deve ser considerado normal e pode ser atribuído às diferentes filtrações inerentes entre os equipamentos.

Esta caracterização das qualidades de radiação RQT foi um importante passo para a adequação do LCI-IPEN aos atuais padrões metrológicos. Com isso, em breve as câmaras de CT serão calibradas com base na metodologia recentemente publicada pelo TRS 457[2]. Isto trará benefícios para os clientes do LCI e para os laboratórios, pois esta harmonização busca uma maior precisão e confiabilidade em termos de rastreabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- INTERNATIONAL ELECTROTECHICAL COMMISSION. IEC 61267: *Medical diagnostic x-ray equipment – Radiation conditions for use in the determination of characteristics*. Geneva, 2005.