

# Proposta de medição de dose no cristalino e na tireoide em exame de tomografia de seios da face

Ana Caroline Mello<sup>1</sup>, Vicente Machado Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica - PPGEb, Curitiba - Brasil

E-mail: ana.caroline91@hotmail.com

**Resumo:** Com a evolução dos equipamentos de diagnóstico por imagem, a tomografia computadorizada (TC) tornou-se um dos exames mais utilizados para avaliar patologias que acometem os seios paranasais. Este trabalho tem por objetivo apresentar um método de obtenção de medidas da dose no cristalino e na tireoide, a partir da execução do protocolo do exame de tomografia de seios da face. No procedimento experimental serão utilizados um objeto simulador (fantoma) de cabeça e pescoço elaborado com materiais acessíveis e dosímetros termoluminescentes (TLDs) de LiF: Mg,Ti para obter a dose absorvida nas regiões de interesse, quando expostos a radiação em um tomógrafo de 16 canais. Após a avaliação dosimétrica com o uso do fantoma, esta metodologia será aplicada *in vivo*, ou seja, em pacientes que possuam requisição médica para realização do exame e autorização pelo Comitê de Ética. Desta forma, ao final deste levantamento poderão ser propostos protocolos e ações que visem diminuir a dose absorvida no cristalino e na tireoide, sem prejudicar a qualidade diagnóstica da imagem.

**Palavras-chave:** Tomografia Computadorizada, Dosimetria, TLD, seios da face.

**Abstract:** *With the evolution of diagnostic imaging equipment, a computerized tomography (CT) has become one of the most used tests to assess pathologies affecting the paranasal sinuses. This work aims at presenting a method of obtaining measurements of dose in the eye lenses and thyroid, from the execution of CT of the paranasal sinuses protocol. Experimental procedure will be used in an object simulator (phantom) head and neck made with accessible materials and thermoluminescent dosimeters (TLDs) of LiF: Mg,Ti for the absorbed dose in the regions of interest, when exposed to radiation in a CT scanner 16 channels. After the dosimetric evaluation with phantom use, this methodology will be applied in vivo, or in patients with medical request for the examination and approval by the Ethics Committee. Thus, at the end of this survey protocols and actions aimed at reducing the absorbed dose in the eye lenses and thyroid without impairing the diagnostic image quality can be proposed.*

**Keywords:** *Computed tomography, dosimetry, TLD, paranasal sinuses.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos da tomografia computadorizada (TC) direcionados ao corpo humano iniciaram-se no início da década de 1970, com o constante avanço da tomografia foi possível obter imagens anatômicas sem a sobreposição de estruturas. Esta técnica utiliza radiação para medir as diferenças de densidade entre os tecidos, a fim de obter imagens com finalidades diagnósticas. A partir de diversas medidas de transmissão dos fótons de raios X, em diferentes ângulos, os coeficientes de absorção pelos distintos tecidos são calculados pelo computador e apresentados na tela pontos de escala de cinza, do branco ao preto. Os modelos matemáticos da Transformada de Radom e Transformada de Fourier contribuíram para a reprodução de imagens tridimensionais por meio de retroprojeções.

A tomografia computadorizada é considerada um dos exames mais solicitados e importantes para a análise de imagens anatômicas em diferentes planos, no entanto, as doses absorvidas neste exame são consideravelmente maiores em comparação a outros métodos de diagnóstico por imagem que utilize radiação ionizante.

Conforme relata Gebrim (2005), atualmente a TC de seios da face é considerada o padrão ouro dos métodos de imagem para avaliação de patologias associadas às cavidades paranasais e das vias drenagem, assim como variações anatômicas, por permitir adequada avaliação das estruturas ósseas e de partes moles.

Este artigo tem como objetivo apresentar método para a realização de medidas dosimétricas em um fantoma de cabeça e pescoço, a fim de avaliar as doses absorvida e efetiva nas regiões do cristalino e da tireoide, considerados órgãos radiosensíveis, durante a execução do exame de Tomografia Computadorizada de seios da face.

## 2. REVISÃO D LITERATURA

O fenômeno da termoluminescência (TL) foi observado inicialmente por Boyle em 1663, quando relatou a observação de brilho de um diamante quando aquecido no escuro. Mais tarde, em 1904 Marie Curie notou que as propriedades de alguns cristais poderiam ser restauradas quando expostas à radiação do rádio. Em 1945 Randall e Wilkins desenvolveram um modelo que permitia realizar cálculos quantitativos do processo da cinética termoluminescente. As aplicações da dosimetria TL iniciaram-se a partir de 1940, quando aumentaram o número de trabalhadores expostos às radiações ionizantes. Daniels e Cameron, em meados de 1953 e 1962, respectivamente, foram pioneiros nos estudos das propriedades e do uso do LiF como dosímetro termoluminescente.

A medida da dose absorvida pela exposição à radiação ionizante usando termoluminescência é simples e é um método capaz de realizar medições altamente reproduzíveis. Existem inúmeros materiais com propriedades TL, os mais populares baseiam-se em LiF. A TL é amplamente utilizada em dosimetria de proteção radiológica (pessoal), dosimetria ambiental e dosimetria médica/clínica/oncológica.

A dosimetria na tomografia apresenta algumas diferenças em relação à dosimetria convencional, conforme aponta Bastos (2006) “a distribuição de dose no paciente em tomografia computadorizada é completamente diferente da que ocorre durante a realização de radiografias. Nas projeções convencionais, observamos uma redução progressiva da dose desde o seu ponto de entrada (100%) até o seu ponto de saída (1%). No caso da tomografia computadorizada, devido à geometria rotacional de irradiação, a dose é mais homoganeamente distribuída no plano do corte em consequência do procedimento no qual o paciente é irradiado em todas as direções durante a rotação completa do tubo de raios X”

Na dosimetria em TC precisam ser inseridas grandezas específicas para medir a dose de radiação, são elas: CTDI, índice de dose para tomografia computadorizada, e o DLP, produto dose comprimento. O CTDI descreve a soma de todas as contribuições de dose ao longo de uma linha paralela ao eixo z (eixo de rotação). Este representa a dose absorvida em um fantoma no centro de um exame de tomografia, obtidos com uma câmara de ionização. O Produto Dose-Comprimento (DLP) é uma estimativa de dose total absorvida em um fantoma durante o comprimento exame. Os valores de  $CTDI_{vol}$  e do DLP são indicados pelo equipamento onde serão realizados os testes, para o protocolo do exame de seios da face.

O exame de tomografia utiliza uma alta dose de radiação ionizante, em comparação com outros métodos de diagnóstico por imagem. Desta forma, a dosimetria em TC torna-se extremamente necessária para o monitoramento da quantidade de dose absorvida pelo paciente, durante a realização destes exames. A partir deste controle, protocolos podem ser elaborados visando à redução da dose sem comprometer parâmetros de qualidade de imagem.

No estudo realizado por Pina et al (2009) foram avaliados as condições mecânicas de equipamentos, a qualidade de imagem e realizada dosimetria em setores de tomografia computadorizada a partir de protocolos de cabeça, abdome e coluna lombar em pacientes adultos e pediátricos. Nesta pesquisa, verificou-se a importância da realização de testes de controle de qualidade em serviços radiológicos, atentando para a utilização de protocolos adequados para pacientes adultos e pediátricos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de iniciar os procedimentos de medida será necessário fazer a calibração dos dosímetros com o tomógrafo, para isso será utilizado um fantoma

de cabeça (acrílico) disponível no ambiente clínico, uma câmara de ionização do tipo lápis, um eletrômetro e quatro pares de TLDs. O fantoma será posicionado na mesa de exame com a câmara de ionização no centro e os dois pares de dosímetros ao lado, e em seguida será exposto ao protocolo do exame de seios da face, dois dos pares de dosímetros ficarão na sala de comando, este serão chamados de dosímetros brancos. A partir da do valor indicado pelo eletrômetro e da leitura dos TLDs será calculado um fator de calibração, que será muito importante para a precisão das medidas.

Para a realização deste estudo foi elaborado um objeto simulador de cabeça e pescoço com materiais de fácil acesso e de densidade próximas ao tecido humano como, potes plásticos de 2,3L e 750mL, preenchidas de água para simular a cabeça e o pescoço, respectivamente; plasticina (massa de modelar), para representar a tireoide e olhos; e lentes de contato para simular o cristalino. Este modelo de fantoma foi inspirado no trabalho desenvolvido por Batista (2011).

Neste estudo serão utilizados dosímetros do tipo TL-100 de LiF: Mg,Ti (Fluoreto de Lítio dopado com Magnésio e Titânio). A escolha pelo LiF: Mg,Ti se deu pelo fato deste possuir um número atômico efetivo ( $Z=8,2$ ) próximo ao tecido humano, e portanto pode ser utilizado para dosimetria *in vivo* pois não gera artefatos na imagem. Além disso, possuem baixa dependência energética.

O fantoma será submetido a cinco exposições a radiação em um equipamento de Tomografia Computadorizada GE Healthcare Brighspeed de 16 canais, empregando o protocolo do exame de seios da face. Após cada exposição será feita a leitura dos TLDs em um leitor manual, e na sequência as pastilhas passarão por um tratamento térmico a 400°C durante uma hora para remover o sinal residual e realizado uma

nova leitura (leitura de dose zero), para que possam ser utilizados novamente.

Para obter parâmetros metrológicos, tais como a repetibilidade dos dados e do sistema de medição, serão utilizados seis pares, totalizando doze TLDs na região do cristalino e quatro pares na tireoide, ou seja, oito TLDs, conforme a distribuição apresentada na figura 1.

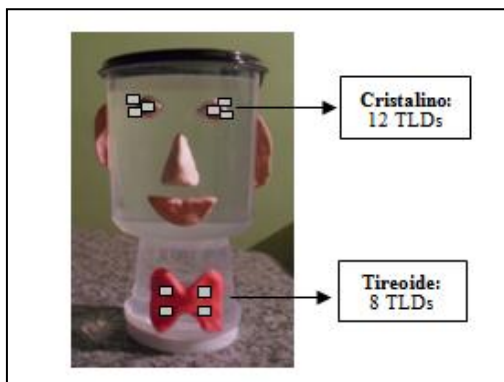


Figura 1: Esquema de distribuição dos pares de dosímetros no objeto simulador elaborado.

Os parâmetros de varredura aos quais o fantoma será submetido são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de varredura

Tensão (kV)	120
Corrente (mA)	80
Tempo do tubo (s)	18
Pitch	0,938
Espessura do aquisição (mm)	3,74
Velocidade da mesa (mm/rotação)	9,37
Tempo rotação (s)	0,8

## 4. RESULTADOS

Os valores obtidos a partir da leitura dos dosímetros será considerada a dose absorvida no local do posicionamento do TLD.

A quantidade física de dose é dada pela Equação 1, onde  $d\epsilon$  é a energia média cedida pela radiação ionizante à matéria num elemento de volume, e  $dm$  é a massa da matéria contida nesse elemento de volume. A unidade SI de dose absorvida é quilograma por joule (J/kg), denominada gray (Gy).

$$D = \frac{d\epsilon}{dm} \quad (1)$$

Após a obtenção dos dados da dose absorvida estes serão convertidos para dose efetiva. A dose efetiva é a soma das doses equivalentes (produto da dose média absorvida pelo fator de ponderação da radiação) pelo fator de ponderação para tecidos ( $w_T$ ). A unidade no SI é a mesma para dose absorvida (J/kg), no entanto, esta recebe um nome especial sievert (Sv). A equação 2 mostra como poderá ser obtida a dose efetiva.

$$E = \sum_T w_T \cdot w_R \cdot D_T \quad (2)$$

O fator de ponderação  $w_T$  para a tireoide e cristalino, segundo o ICRP-60, são respectivamente, 0,05 e 0,01.

## 5. DISCUSSÃO

Este trabalho trata-se de uma proposta inicial para dosimetria. Ao final da execução desta etapa, a metodologia apresentada neste trabalho poderá ser empregada em pacientes adultos (*in vivo*) que irão realizar o exame de tomografia computadorizada por indicação médica, para isso, os mesmos deverão assinar um termo de autorização do uso dos dados para a pesquisa. A partir da obtenção de dados *in vivo* para o exame de TC de seios da face pode ser avaliada a

possibilidade de uso do protetor de bismuto e de tireoide, a fim de reduzir a dose absorvida nestas regiões, desde que estes equipamentos de proteção radiológica não produzam artefatos e interfiram na qualidade da imagem diagnóstica. Em estudo realizado por Hein et al. o exame tomográfico de seios da face com a utilização de protetor nos olhos possibilitou uma redução de aproximadamente 40% na dose de radiação.

## 7. REFERÊNCIAS

BASTOS, Andréa de Lima. **Doses e risco de radiação em estudo tomográfico computadorizado do tórax com tecnologia de quatro cortes.** 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, 2006.

BATISTA, Sónia T. **Medições de Dose no Cristalino e na Tiróide em Tomografia Computorizada.** Instituto Politécnico de Lisboa - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. Dissertação, 61 f., 2010.

BULL, R. Thermoluminescence and its applications: an introduction International Journal of Radiation Applications and Instrumentation. Part D. Nuclear Tracks and Radiation Measurements , 1986, 11, 105 – 113.

CARVALHO, Antonio Carlos Pires. História da tomografia computadorizada. **Revista Imagem**, São Paulo, v. 29, n. 2, p.61-66, set. 2007.

FERREIRA, Cássio C. et al. Validação de um modelo computacional de exposição para dosimetria em tomografia computadorizada. **Revista Brasileira de Física Médica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p.19-22, ago. 2010.

GEBRIM, Eloisa M. M. S. Alterações incidentais dos seios da face na tomografia computadorizada em crianças. **Radiologia Brasileira**, 2005, vol.38, n.4, pp. iii-iv.

ICRP, International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of ICRP. s.l.: Publication 60, 1990.

PINA, Diana Rodrigues de et al. Controle de qualidade e dosimetria em equipamentos de tomografia computadorizada. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 42, n. 3, p.171-177, jun. 2009.

REYNOLDS, Geo. T.. Lyoluminescence. **Journal Of Luminescence**. North-holland, p. 43-69. jan. 1992.

SOARES, Flávio A. P.; PEREIRA, Aline G.; FLÔR, Rita de C. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Revista Radiologia Brasileira**, vol.44, n.2, São Paulo, abr. 2011.