

AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TENSÃO (kV) NA DOSE ABSORVIDA EM VARREDURAS DE TC TORAX

Bruna G.A. Mendonça¹ e Arnaldo P. Mourão¹

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CENEB - CEFET-MG
Av. Amazonas, 5.253 - Nova Suíça
CEP 30480-000 Belo Horizonte, MG
brunabgam@gmail.com

RESUMO

A Tomografia Computadorizada (TC) é umas das técnicas de geração de imagens diagnósticas mais importantes da atualidade. Sua crescente utilização implica em um aumento significativo da exposição da população às radiações ionizantes. A otimização da prática visa à redução das doses nos pacientes, visto que, a qualidade da imagem está diretamente relacionada com o diagnóstico. É possível diminuir o valor de dose no paciente, e manter a qualidade diagnóstica desta imagem. Vários são os parâmetros que podem ser manipulados em uma varredura por TC e estes parâmetros podem ser utilizados para reduzir a energia depositada no paciente. Com base nisso, analisou-se a variação de dose depositada nos pulmões, mamas e tireóide, através da variação da tensão de alimentação do tubo. As varreduras de torax foram realizadas seguindo o protocolo de rotina de tórax com corrente constante e variável para uma mesma tensão aplicada. Além disso, um objeto simulador feminino foi usado e dosímetros termoluminescentes (TLD-100), modelo bastão, foram utilizados para registrar as doses pontuais nos órgãos. As varreduras foram realizadas em um tomógrafo GE, modelo Discovery de 64 canais. As doses mais elevadas registradas ocorreram para a tensão de 120 kV com mAs de 200, nos pulmões (22,46 mGy) e tireóide (32,22 mGy). Para as varreduras com mAs automático, variável entre 100 e 440, esta mesma tensão contribuiu para as doses mais elevadas. O melhor exame realizado em termos de dose foi o que utilizou 80 kV com mAs automático, cujos pulmões e tireóide receberam menor dose. Para as mamas o melhor exame foi o de 100 kV. Visto que o aumento da tensão de 80 kV para 100 kV não impactou tanto nas doses depositadas nos pulmões, pode-se concluir que a diminuição da tensão aplicada para 100 kV acarretou em uma diminuição da dose absorvida pelo paciente. Tais resultados, podem contribuir para otimização de varreduras de tórax em tomografia computadorizada.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada, dosimetria, TLD

1. INTRODUÇÃO

No início da década de 70, a tomografia computadorizada (TC) começou a ser utilizada como método diagnóstico, o que acarretou uma revolução na geração de imagens radiográficas devido a sua elevada qualidade, permitindo visualizações de estruturas e detalhes até então nunca observados radiograficamente. Desde então, sua aplicação está amplamente difundida em todas as especialidades clínicas, o que faz deste aparelho um equipamento essencial no dia a dia de hospitais e clínicas médicas [1,2,3].

A utilização de TC para geração de imagem radiodiagnóstica acarreta em um aumento das doses de radiação absorvidas pelo paciente que juntamente com o aumento da demanda deste aparelho promove um impacto na dose acumulada da população em geral. Decorrente do desenvolvimento tecnológico nos últimos 35 anos, as varreduras de TC contribuem hoje como a maior fonte de exposição de raios X na população [3,4].

A determinação dos parâmetros de controle do feixe gerado, mA e kV, não é facilmente aplicável como nos exames de raios X, visto que nos protocolos de TC estes já são previamente definidos pelo fabricante no momento da instalação do equipamento. Desta forma, os parâmetros de varreduras de adultos não apresentam diferenças conforme a massa e o volume corporal de cada paciente. Por sua vez, sabe-se que nas varreduras de tórax objetivam determinar pequenas variações estruturais e anatômicas dos tecidos moles que possuem boa variação na absorção de feixes X menos penetrantes, ou seja, quanto menor o valor do kV melhor será a imagem gerada. O que não acontece nos protocolos de tórax, que utilizam padrão de 120 kV em praticamente todos os equipamentos [3].

Desta forma, este artigo apresenta uma comparação entre as doses depositadas nos órgãos em varreduras de TC de tórax quando se utiliza valores de tensão de alimentação diferentes (80, 100, 120, 140 kV).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando um aparelho de TC de 64 canais, da marca GE, um objeto simulador feminino, modelo Alderson rando feminino, e dosímetros termoluminescentes posicionados no interior do objeto simulador para permitir a medição pontual da dose absorvida, realizaram-se experimentos para observação da variação de dose em órgãos de interesse com a variação da tensão de alimentação deste aparelho.

2.1 Os dosímetros termoluminescentes (TL)

Os dosímetros TL compostos por LiF:Mg,Ti (TL-100) são fabricados pela Harshaw Bicon. Com formato bastão e possuindo 1 mm de diâmetro e 5 mm de comprimento estes foram utilizados para a realização dos experimentos. As respectivas leituras foram feitas por uma leitora TL modelo 4500 da Harshaw Bicon. Adotaram-se os padrões de pré-leitura (1 h a 400 °C seguidos de 2 h a 100 °C) realizado na leitora com uma variação de 50 a 260 °C, durante 26,6s, e de pós-leitura de 10 min a 100 °C para os dosímetros. [5].

O Laboratório de Dosimetria Termoluminescente do CDTN disponibilizou dosímetros pré-selecionados com 7,5% de reprodutibilidade e 20% de homogeneidade; estes foram calibrados em função da dose absorvida no ar, em condições de equilíbrio eletrônico. Uma imagem destes dosímetros, comparada com uma régua graduada, é apresentada na Figura 1.

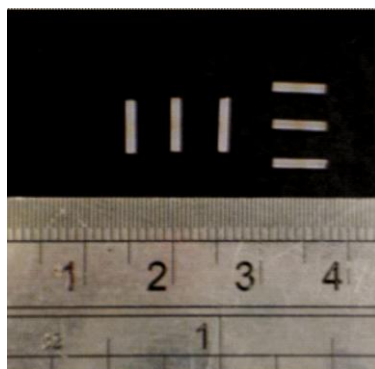


Figura 1. Dosímetros TL100, modelo bastão.

2.2. O objeto simulador

O objeto simulador antropomórfico, modelo Alderson rando feminino com características físicas de 155 cm de altura e 50 kg, é fabricado pela Radiology Support Devices. Comopode ser observado na Figura 2, sua constituição é de esqueleto humano envolvido por um material com características físicas e químicas similares aos tecidos moles. As partes de tronco e cabeça são formadas de 34 fatias de 2,5 cm de espessura cada. Estas fatias apresentam um total de 4049 orifícios cilíndricos de 7 mm de diâmetro que permitem a acomodação de dosímetros no interior do objeto. [6].



Figura 2. Objeto simulador Alderson rando feminino.

2.3 As varreduras de TC

Foram realizadas cinco varreduras de TC, sendo que a primeira delas utilizou o protocolo de rotina de toráx do serviço de diagnóstico. O objeto simulador ficou alinhado com o isocentro do gantry do aparelho de TC em relação ao seu eixo central.

A técnica para a obtenção das imagens em varreduras de TC de tórax tem o seu volume limitado pelo ápice dos pulmões até glândulas supra-renais, incluindo todo o volume do tórax, o diafragma e a parte do abdome superior. A primeira varredura foi realizada considerando o protocolo padrão de Tórax, conforme parâmetros descritos na Tab.1. As outras quatro varreduras foram realizadas com mA automático (100 a 400mA) alterando-se a tensão de alimentação(80, 100, 120 e 140 kV). A Figura 3 apresenta o topograma lateral da região torácica, utilizado para a delimitação do volume de varredura do objeto simulador que se manteve o mesmo para as variações do parâmetro de tensão de alimentação.

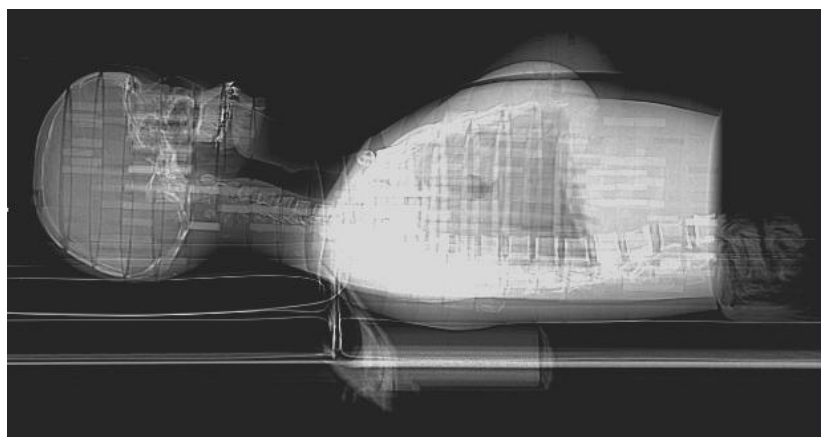


Figura 3. Topograma lateral do tórax do objeto simulador.

TABELA 1. Parâmetros de varredura – Protocolo padrão de Toráx

Tensão (kV)	mA	Tempo do tubo (s)	Pitch	Espessura do feixe (mm)	Velocidade da mesa (mm.rotação ⁻¹)
120	200	1	1,375	40	55

Os dosímetros foram utilizados para o registro das doses pontuais no interior do objeto simulador, sendo posicionados em órgãos específicos: tireóide, pulmão direito, pulmão esquerdo, mama esquerda e mama direita. Cada medida foi realizada utilizando três dosímetros de um conjunto de 75 dosímetros. Três dosímetros foram utilizados para a medição da radiação de fundo e o valor obtido pelos demais foi subtraído das demais medidas de dose.

Como critério de qualidade da imagem, para todas as varreduras, considerou-se o índice recomendado pelo fabricante do aparelho de tomografia computadorizada de 5.68 com passo de dose de 2,87.

3. RESULTADOS

A Tab. 2 apresenta os valores de dose registrada nos órgãos: tireoide, pulmão direito, pulmão esquerdo, mama esquerda e mama direita para as cinco varreduras realizadas. Estes resultados permitem observar a variação das doses registradas nos órgãos. As maiores doses registradas ocorreram para o protocolo padrão do serviço de radiodiagnóstico, nos pulmões (22,46 mGy) e tireóide (32,22 mGy). Para as varreduras com mA automático, variável entre 50 e 440 mA, a tensão de 120kV, contribuiu para as doses mais elevadas. O exame que proporcionou a menor dose, tanto nos pulmões quanto na tireóide, foi o que utilizou 80 kV.

TABELA 2. Dose Absorvida em função da tensão (mGy)

Órgão	Tensão 120 kV 200 mA Protocolo Padrão	Tensão 80 kV mA auto	Tensão 100 kV mA auto	Tensão 120 kV mA auto	Tensão 140 kV mA auto
Pulmão Direito	22,460 ± 0,580	6,301 ± 0,141	7,11 ± 0,427	9,368 ± 0,532	8,59 ± 0,613
Pulmão Esquerdo	21,342 ± 0,735	6,499 ± 0,116	5,453 ± 0,078	9,759 ± 0,225	8,586 ± 0,741
Mama Direita	15,178 ± 0,455	9,039 ± 0,167	3,803 ± 0,105	9,108 ± 0,280	5,31 ± 0,313
Mama Esquerda	15,458 ± 0,709	9,103 ± 0,082	3,765 ± 0,029	11,661 ± 0,384	4,71 ± 0,382
Tireóide	32,216 ± 0,616	5,282 ± 0,119	10,591 ± 0,355	7,4 ± 0,163	10,77 ± 0,164

Na comparação entre as cinco varreduras as doses apresentam diferenças significantes. O gráfico da Figura 4 permite observar as variações de dose observadas. O erro para cada medida dosimétrica foi calculado utilizando o desvio padrão da média das três leituras realizadas para obtenção da dose pontual.

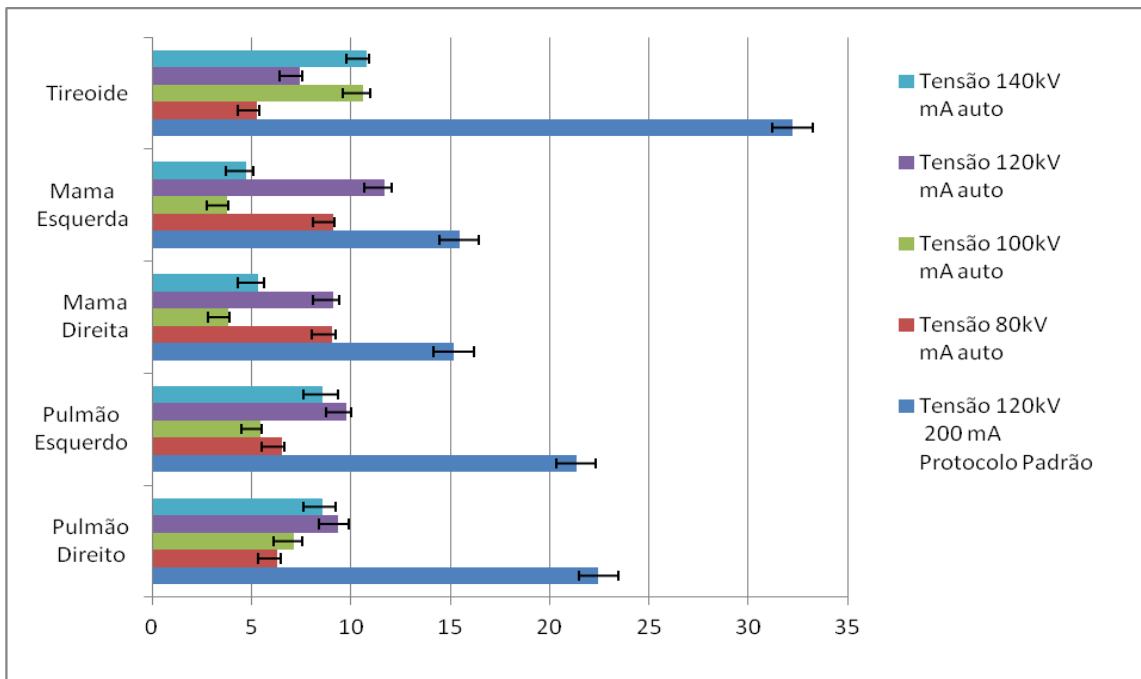


Figura 4. Variação das doses nos órgãos do objeto simulador.

4. DISCUSSÕES

As varreduras do tórax foram realizadas variando a tensão de alimentação do tomógrafo e utilizando a variação automática de corrente (mA auto). Na comparação entre as doses registradas, observou-se que o uso do mA auto ocasionou uma diminuição significativa das doses em relação ao protocolo utilizado na rotina do serviço de radiodiagnóstico, de até 84% na tireóide com tensão de alimentação de 80kV. A tireóide foi o órgão que apresentou a maior absorção de dose, máximo de 10,77 mGy, nas tensões de 100, 120 e 140 kV quando comparado com os outros órgãos analisados. Considerando o uso do mA auto, as mamas obtiveram maior redução da dose para tensão de alimentação de 100 kV, cerca de 76%, quando comparado com o protocolo padrão do serviço radiodiagnóstico, enquanto que, para os pulmões e tireoide, a tensão de 80 kV se mostrou mais eficiente. Dentre as tensões avaliadas, a tensão de 120 kV gerou a maior dose absorvida dentre todas as outras, na mama esquerda, 11,661 mGy. Por sua vez, a tensão de 100 kV, proporcionou a menor dose absorvida na mama, quando comparada com as demais doses medidas, 3,765 mGy.

5. CONCLUSÕES

A utilização do fator mA auto proporcionou uma redução da dose significativa quando comparado com o protocolo padrão de 120 kV, mA constante. Ainda, quando comparados os protocolos que utilizaram mA auto, percebeu-se que ao alterar a tensão de alimentação do aparelho de tomografia computadorizada, a tensão de 100 kV

contribuiu para as menores doses depositadas nas mamas e pulmão esquerdo. Por sua vez, a tensão de 80kV, se mostrou mais eficiente na redução de dose na tireóide e pulmão direito.

Tendo em vista que a alteração da tensão de alimentação de 80 kV para 100 kV não impactou significativamente a tanto nas doses depositadas nos pulmões, um aumento aproximado de 13% e, portanto, uma redução na dose de 68% e, sabendo que a realização deste exame é para fins diagnósticos de doenças nas mamas e pulmões, tais resultados podem contribuir para a otimização dos processos de varreduras de tórax por TC. Desta forma, pode-se optar pela utilização da tensão de alimentação de 100 kV para a realização deste exame ao invés do protocolo utilizado pelo serviço radioagnóstico de 120 kV e 200mA.

REFERÊNCIAS

1. P. C. Shrimpton, K. A. Jessen, J. Geleijns, W. Panzer, G. Tosi. “Reference doses in computed tomography”, *Radiation Protection Dosimetry*, pp.55-59 (1998).
2. M. A. Staniszewska, M. Obrzut, K. Rybka. “Phantom studies for possible dose reduction”. *Radiation Protection Dosimetry*; **114**, pp.326-331 (2005).
3. A. P. Mourão, *Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações*. Difusão. São Caetano do Sul, Brasil (2007).
4. L.W. Goldman. “Principles of CT: radiation dose and image quality”. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, pp.213-225 (2007).
5. Harshaw Bicon. *Model 4500 manual TLD reader with winrems: operator’s manual*. Solon, Bicon, (2001).
6. S.R. Reynaldo, A.P. Mourão, T.C. Alonso, T.A. DaSilva . Caracterização de um fantoma antropomórfico Alderson para avaliação de doses em exposições médicas. *XIV Congresso Brasileiro de Física Médica*. (2009).