

Variação do perfil de dose em varredura de tomografia computadorizada de cabeça com tensão de 80 kV

| **Alvaro Gómez**

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

| **Arnaldo Mourão**

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Artigo original publicado em: 2016

Terceira Semana de Engenharia Nuclear e Ciências das Radiações - SENCIR

Oferecimento de obra científica e/ou literária com autorização do(s) autor(es) conforme Art. 5, inc. I da Lei de Direitos Autorais - Lei 9610/98

RESUMO

Nos serviços de radiodiagnóstico a frequência de exames de Tomografia Computadorizada (TC) aumenta dia a dia devido à sua versatilidade e capacidade de detectar alterações em diferentes tecidos do corpo humano. No entanto, essa demanda de exames de TC aumenta significativamente a exposição da população à radiação ionizante, com consequente aumento da dose absorvida em paciente. O conhecimento da quantidade de radiação que está exposto o paciente é de grande importância quando se pretende modificar os parâmetros de aquisição dos exames com o objetivo de reduzir a quantidade de dose depositada e não prejudicar a qualidade diagnóstica das imagens. O objetivo deste estudo é avaliar a variação de dose em uma varredura de cabeça, utilizando um objeto simulador, visando à otimização de protocolos em varredura. Para a varredura de TC foi utilizado um objeto simulador de cabeça, em formato cilíndrico, fabricado em Polimetilmetacrilato (PMMA), com cinco aberturas. Nas aberturas do objeto simulador foram posicionadas de forma alternada tiras de filme radiocrômico e uma câmara de ionização tipo lápis com o objetivo de registrar a dose absorvida nessas regiões. Em um aparelho de TC da General Electric, modelo Discovery de 64 canais foi realizada a varredura helicoidal de 10 cm da região central do objeto simulador com as tiras de filme radiocrômico posicionadas nas aberturas. Foram realizadas irradiações sucessivas da fatia central, em modo axial, usando uma câmara de ionização tipo lápis para a medição de doses no interior do objeto simulador. As duas formas de irradiação foram feitas com tensão de 80 kV e carga de 100 mAs. A varredura helicoidal utilizou um *pitch* de 0,984. As tiras dos filmes foram digitalizadas e as imagens digitais foram analisadas com o software imageJ. As doses obtidas com a câmara lápis foram utilizadas para a calibração dos filmes radiocrômicos e a partir daí foram obtidos os perfis longitudinais de dose. Foram também obtidos os valores de índice de dose ponderado ($C_{K,PMMA,w}$) de 7,05 mGy e o Índice de Dose volumétrico ($C_{K,PMMA,vol}$) de 7,16 mGy. Os valores encontrados de índice de dose ponderado e volumétrico para os parâmetros com que foi realizado o experimento se encontram muito próximos em virtude do *pitch* ser muito próximo de 1.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada, Dosimetria, Imagens Médicas.

■ INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada (TC) se converteu numa importante ferramenta do serviço de radiodiagnóstico. Esse protagonismo na detecção de pequenas alterações nos tecidos e de calcificações fez com que este método de radiodiagnóstico contribuísse majoritariamente com o aumento de dose na população. No entanto, é necessário que os profissionais de saúde conheçam as quantidades de dose a que são submetidos os pacientes além dos efeitos que esse tipo de radiação pode gerar [1].

Para conseguir o objetivo de atingir níveis mínimos de dose possíveis, visando manter as imagens geradas com qualidade diagnóstica, os estudos em proteção radiológica focalizam tópicos relacionados com a instalação adequada de blindagens, alocação de responsabilidades e atualização de pessoal especializado, *desing* dos equipamentos, construção e manutenção de aparelhos e operação adequada associada à dosimetria individual e clínica [2].

Um dos desafios da TC é diminuir os riscos promovidos pela exposição à radiação ionizante. Uma das alternativas é otimizar os protocolos que existem no serviço de radiodiagnóstico [3]. Uma das estratégias de otimização dos protocolos vem da medição de dose absorvida utilizando objetos simuladores, câmaras de ionização entre outros dispositivos que forneçam informação confiável.

■ METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados em tomógrafo da GE modelo DISCOVERY de 64 canais. O aparelho foi programado com protocolo para uma tensão de 80 kV e uma carga de 100 mAs visando a varredura de cabeça. A Tab. 1 apresenta os demais dados dos protocolos utilizados nos experimentos usando câmara de ionização tipo lápis e tiras de filme radiocrômico inseridos no objeto simulador de cabeça.

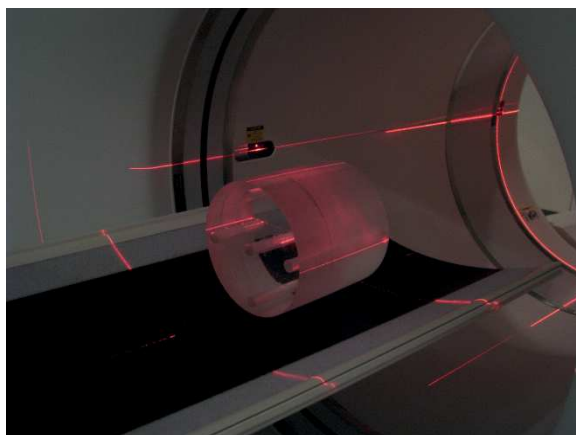
Tab. 1. Protocolos de aquisição.

Técnica	Espessura do feixe	Comprimento	pitch
	(mm)	(cm)	
axial	10	-	-
helicoidal	40	10	0,984

As varreduras foram realizadas em um objeto simulador de cabeça com formato cilíndrico de 16 cm de diâmetro por 15 cm de comprimento, fabricado em Polimetilmetacrilato (PMMA) com cinco aberturas de 1,25 cm de diâmetro por 15 cm de comprimento. Uma das aberturas está posicionada na região central do objeto simulador e as outras quatro na periferia. O centro das aberturas periféricas está há 1 cm da superfície, as aberturas estão separadas 90 graus uma da outra e foram identificadas como 3, 6, 9, 12 de um relógio

analógico. O objeto simulador foi posicionado no isocentro do tomógrafo como mostrado na Fig. 1, e alinhados as aberturas com os lasers de posicionamento.

Fig. 1. Objeto simulador fabricado em PMMA posicionado no isocentro do Tomógrafo.



As medições de dose absorvida pelo objeto simulador foram realizadas usando câmara de ionização tipo lápis mediante irradiação da fatia central em modo axial. Para obter o perfil de dose foram inseridas tiras de filme radiocrômico nas aberturas do objeto simulador mediante varredura em modo helicoidal.

As tiras de filme radiocrômico GAFCHROMIC XR-QA2A®[5] com dimensões de 12,5 x 0,5 cm² foram identificadas e colocadas em tarugos fabricados em PMMA e inseridos nas cinco aberturas do objeto simulador. Os filmes radiocrômicos apresentam sensibilidade ao ser expostos a radiação ionizante e quando expostos apresentam um escurecimento proporcional em resposta à quantidade de energia depositada neles mantendo baixa sensibilidade à luz visível. Na Fig. 2 é possível perceber o contraste entre as tiras irradiadas e sem irradiar (*Back Ground*).

Fig. 2. Tiras de filme radiocrômico de controle (a) e exposta à radiação (b).



Imagens digitais das tiras de filme foram obtidas utilizando um escâner Hewlett Packard modelo Scanjet G4050. As imagens foram obtidas em modo de reflexão com uma resolução de 300 ppi e salvas em extensão .jpg. As imagens digitais foram processadas e analisadas com o auxílio do programa imageJ. Foi feita a separação das cores RGB (*Red, Blue, Green*) e o canal da cor vermelha foi utilizado para a obtenção do perfil de variação de intensidade na escala de cinzas. Para obter o perfil de escala de cinza se efetuou a inversão da cor e a subtração do valor médio do valor da leitura do filme não irradiado (*Back Ground*).

■ RESULTADOS

Efetuada os cálculos com as leituras obtidas pela câmara lápis, os valores de dose depositada se encontram na faixa de 6,13 a 9,00 mGy. Os dados registrados pela câmara de ionização foram obtidos para cada posição do objeto simulador, realizando cinco medições para cada posição. Durante as medições as demais aberturas foram preenchidas por tarugos fabricados em PMMA. Considerando a atenuação dos raios X pelo objeto simulador para uma tensão de 80 kV em que foi realizado o experimento, o fator de correção ar/PMMA considerado foi de 1,053 [4]. Os valores de dose registrados pela câmara lápis junto com os desvios padrão (SD) respectivos são apresentados na Tab. 2.

Tab. 2. Valores de dose depositada medidas com câmara lápis.

Posição	3	6	9	12	central
Medidas	7,44	6,14	7,37	8,84	6,25
	7,55	6,19	7,36	9,00	6,25
	7,43	6,16	7,31	8,80	6,27
	7,42	6,13	7,23	8,83	6,25
	7,54	6,16	7,28	8,71	6,27
Valor Médio	7,48	6,16	7,31	8,84	6,26
SD	0,06	0,02	0,06	0,10	0,01

Quando se compara as medidas na periferia, a medição no ponto 6 apresentou o menor valor de dose. Na posição central foi registrado o menor valor de dose depositada. Foram calculados o índice de dose ponderado ($C_{k,PMMA,w}$) e índice de dose volumétrico ($C_{k,PMMA,vol}$) [6], tendo como resultados 7,05 e 7,16 mGy respectivamente.

Os valores médios de dose obtidos pela câmara lápis e considerando o valor do *Pitch*, foram utilizados para calibrar as tiras de filme radiocrômico. A Tab. 3 apresenta os valores de escurecimento médio para cada posição, valores de dose média medida pela câmera e corrigidos pelo valor do *Pitch* e os fatores de calibração obtidos para os filmes.

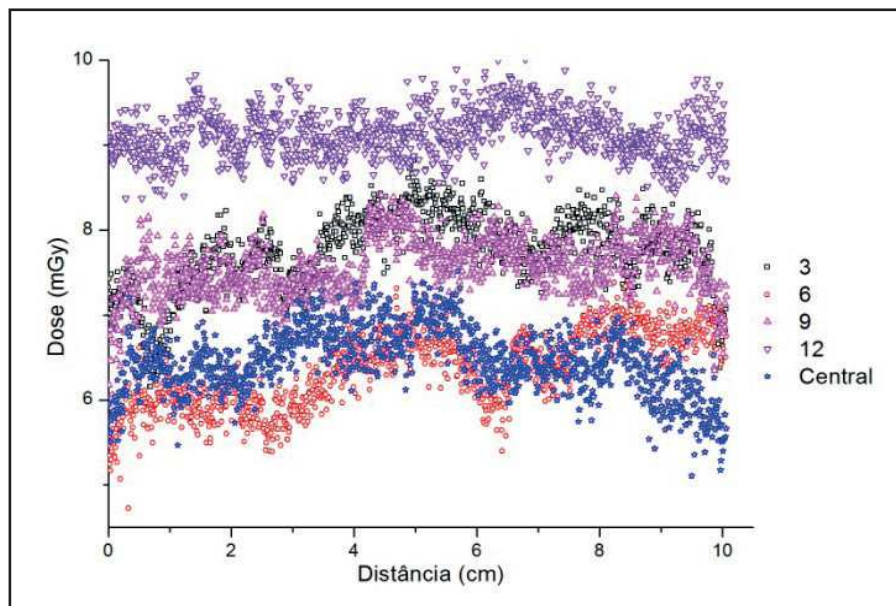
Tab. 3. Valores médios de dose absorvida e escurecimento das tiras.

Posição	CK,PM- MA,100	Dose Absor- vida* (mGy)	Escurecimento (Escala de cinza)	Fator de Calibração (mGy/Escala de cinza)
3	6,67	7,72	22,26	0,347
6	5,50	6,36	21,29	0,299
9	6,53	7,56	22,48	0,336
12	7,89	9,13	25,85	0,353
Central	5,59	6,46	19,34	0,334

*_{CK,PMMA,100} corrigido pelo *pitch*

Realizadas as calibrações dos filmes, foram obtidos os perfis de variação de dose em mGy. Na Fig. 3 se apresentam as curvas de perfis de variação de dose registrados pelas tiras de filmes radiocrômicos nas cinco regiões do objeto simulador.

Fig. 3. Perfil de dose depositada no objeto simulador.



No filme localizado na posição 6 foram registrados os menores valores de dose absorvida em relação às outras posições da periferia, devido à maior influência do feixe filtrado pela mesa na composição da dose nessa posição. Na posição central se evidenciam menores valores de dose absorvida em relação às outras posições do objeto simulador. A característica do feixe que atinge a posição central é diferente das posições periféricas, devido que o ponto central encontra-se equidistante do foco do feixe durante todo o tempo de exposição, independentemente do ângulo de incidência do feixe de raios X. A posição 12 apresenta os maiores valores de dose absorvida dentre as regiões observadas.

■ CONCLUSÃO

A dose média depositada nas posições de estudo mediante varredura do objeto simulador usando filmes radiocrômicos foi menor que 8,00 mGy exceto para a posição 12 que registrou um valor médio de dose absorvida de 9,13 mGy. A utilização de filmes radiocrômicos fornece informação detalhada de perfil de dose em TC, essa versatilidade amplia o espectro de ferramentas para conseguir otimizar protocolos de aquisição de imagens em TC de cabeça.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, FAPEMIG E CNPq pelo apoio na realização desse trabalho e a UFMG pelos aportes técnicos e acadêmicos.

■ REFERÊNCIAS

1. A.L. Mendeazabal, "Radiación ionizante en tomografía computada: Un tema de reflexión", Anales de Radiología México, Vol. 2, pp. 90-97 (2012).
2. O. Ramos e M. Villarreal, "Reducing the dose of radiation in diagnostic radiology", Revista Chilena de Radiología, pp. 05-11, (2013).
3. C. F. Kikuti, et al., "Estimativa da dose em exames de tomografia de abdome com base nos valores de DLP", IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety - IRPA 2013Rio de Janeiro, RJ, Brazil (2013).
4. <http://www.nist.org/>
5. <http://www.ashland.com/products/gafchromic-radiology-films>
6. A. Wambersie, "Radiation Quantities and Units, Dose to Patient, and Image Quality in Computed Tomography (CT)", European Commission, p: 18-19. (2008).