

Artigo Original - Original Article**MENSURAÇÃO DO ÍNDICE CARDIOTORÁCICO (ICT) COM BAIXA DOSE DE RADIAÇÃO UTILIZANDO PHANTOM DE TÓRAX ADULTO****Image analysis of an adult chest Phantom for measurement of the Cardiothoracic Index (CTI) with low dose of radiation**

ARAUJO, Denilson Silvestre¹
RODRIGUES, Silvia Cristina Martini²
SILVA, Alessandro Pereira da³
BOSCHI, Silvia Regina Matos da Silva⁴
SCARDOVELLI, Terigi Augusto⁵
NAUFEL, Daniel Zambusi⁶
COLLA, Talita Gamallo⁷
NASCIMENTO, Augusto Voltaire do⁸
MARQUES, Márcio Alexandre⁹
ALMEIDA FILHO, Francisco Antônio de¹⁰
LIMA, Patricia Américo¹¹

RESUMO

O estudo radiográfico do tórax constitui um método introdutório de rotina para avaliação de pacientes com doenças pulmonares, pleurais, mediastinais e do arcabouço ósseo torácico, sintomáticos ou assintomáticos, tornando possível evidenciar a evolução da doença. Observa-se que na prática é que para alguns pacientes em tratamento o acúmulo de dose no organismo se torna exagerado, por isso há uma necessidade de diminuição dessa dose sem a perda da qualidade da imagem. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protocolo que diminua a dose de radiação sem a perda de qualidade da imagem em exames de tórax em adultos, em que se avalia o índice cardiotorácico. Utilizou-se um aparelho de raio-X *Sectional Chest Phatom SK200* e um *phantom* de tórax adulto corresponde a um adulto com altura de 1,70 cm e peso médio 75 kg. Foram obtidas 48 imagens utilizando esse *phantom*, sendo 24 da técnica convencional e 24 da técnica proposta neste trabalho (Técnica-teste). Foram colocados 2 dosímetros para cada técnica na região do quadrante superior esquerdo do *phantom*. As análises foram feitas utilizando-se os resultados dos dosímetros e de formulário de avaliação médica. Os valores encontrados nos dosímetros foram de 8,6 mSv no acumulado de 24 disparos para a técnica convencional e 6,6 mSv no acumulado de 24 disparos para Técnica-teste e o valor de Índice Cardiotorácico em AP do *phantom* foi de 0,49 e em PA foi de 0,43. Como resultado obtido evidenciou-se que baixando o kVp, mA e mAs as imagens mantiveram a qualidade proporcionando a possibilidade de um laudo eficiente, com isso diminuindo o índice de exposição do paciente. Conclui-se nesse trabalho a possibilidade dessa nova técnica fazer parte do protocolo de exames de tórax para o estudo do índice cardiotorácico.

Palavras-Chave: Raio-X, Tórax, Dose de radiação, Sectional Chest Phatom SK200.

*Trabalho realizado na Universidade Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes, São Paulo, SP, Brasil.

¹ Aluno, mestrado da Universidade Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes, São Paulo, SP, Brasil.

² Doutora, professora e pesquisadora da Universidade Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes, São Paulo, SP, Brasil.

³ Graduado em Engenharia da Computação e Doutor em Engenharia Biomédica

⁴ Fisioterapeuta e Doutora em Engenharia Biomédica

⁵ Graduado em Engenharia da Computação e Doutor em Engenharia Biomédica

⁶ Médico Radiologista

⁷ Médica

⁸ Médico Pneumologista

⁹ Bacharel e Doutor em Física

¹⁰ Tecnólogo em Radiologia, Docente de ensino superior e Mestrando em Tecnologia Nuclear IPEN-USP

¹¹ Tecnóloga em Radiologia

ABSTRACT

Radiographic examination of the chest is a routine introductory method for evaluation of patients with pulmonary, pleural, mediastinal and thoracic skeletal diseases, symptomatic or asymptomatic, making it possible to evidence the evolution of the disease. It is observed that in practice is that for some patients under treatment the accumulation of dose in the body becomes exaggerated, so there is a need to decrease this dose without loss of image quality. The objective of this work was to develop a protocol that reduces the dose of radiation without loss of image quality in chest examinations in adults. A Sectional Chest Phatom SK200 X-ray was used and an adult chest phantom corresponds to an adult with a height of 1.70 cm and a mean weight of 75 kg. 48 images of a phantom of the chest were obtained, 24 being of the conventional technique and 24 of the technique proposed in this work, test technique. Two dosimeters were placed for each technique in the region of the upper left quadrant of the phantom. The analyzes were made using the dosimeter results and the medical evaluation form. The values found in the dosimeters were 8.6 mSv in the accumulated 24 shots for the conventional technique and 6.6 mSv in the accumulated 24 shots for the test technique and the value of Cardiothoracic Index in the AP of the phantom was 0.49 and in PA was 0.43. As a result, it was evidenced that lowering kVp, mA and mAs, the images maintained the quality, providing the possibility of an efficient report, thus reducing the patient's exposure index. The conclusion of this work is the possibility of this new technique being part of the chest examination protocol.

Keywords: X-ray, chest, radiation dose, *Sectional Chest Phatom SK200*.

1. INTRODUÇÃO

Dos anos 1920 aos 50, a Radiologia entrou em uma nova fase de desenvolvimento no Brasil. Depois dos primeiros médicos e pesquisadores que se especializaram na Europa voltarem ao país, trazendo equipamentos radiológicos da época, dando início há um intenso processo de aprendizagem e disseminação da tecnologia (HOXTER, 1997).

O primeiro curso técnico em Radiologia teve início em março de 1951, com cinquenta alunos, no Hospital das Clínicas de São Paulo. Era popularmente conhecido como curso técnico Raphael de Barros, em homenagem ao doutor que foi patrono da iniciativa. Durante o curso, foi promulgada a primeira legislação que conferia direitos especiais aos profissionais das técnicas radiológicas, a Lei nº 1.234/50, que ficou conhecida na época como "lei de proteção ao radiologista" (BRASIL, 1950).

Segundo Yakoumakis (2007) em radiodiagnóstico existe a necessidade que sejam feitas avaliações periódicas de doses para incentivar a otimização da proteção radiológica dos pacientes. Medições de doses são obrigatórias para comparar diferentes técnicas radiológicas e cumprir com algumas diretrizes e regulamentos internacionais. Ainda segundo eles os benefícios oferecidos pelos diagnósticos envolvem certo risco para os pacientes, profissionais e pessoas expostas à radiação.

Para Larson et al. (2007) as radiografias torácicas em alguns casos podem ser substituídas por exames físicos e anamneses. Os autores ainda mostram a importância dessa substituição pois mesmo que o paciente seja exposto a doses pequenas de radiação podem representar um risco aumentado para o desenvolvimento do câncer.

Azevedo (2008) afirma que as radiações ionizantes causam alterações nos tecidos biológicos interagindo diretamente com os componentes celulares. Afirma ainda que o principal risco associado a exames de radiodiagnóstico é a ocorrência de efeitos estocásticos, principalmente efeitos genéticos e carcinogênese, sendo importante considerar que os efeitos da radiação podem ser acumulativos.

Pacheco et al. (2007) afirmam que após o acidente de Goiânia (GO) se tornou mais que imprescindível criar e estabelecer normas de radioproteção. O mesmo autor ainda afirma que após tal incidente em 1998 criaram a Portaria SVS/MS nº 453 de 1º de junho de 1998

como estratégia para uma segurança mais efetiva, portaria essa que visasse e garantisse os princípios básicos da radioproteção. Tanto para Pacheco et al. (2007), quanto Azevedo (2003), Yoshimura e Freitas (2002) e Lemke et al. (2006) afirmam que toda e qualquer exposição de diagnóstico aos raios-X necessitam e devem ser justificadas e otimizadas visto os riscos e benefícios que tais exames podem acarretar para tais indivíduos.

Ainda hoje é necessário que seja feita a revisão de alguns critérios utilizados por médico e/ou estudante de medicina no momento da solicitação de exames radiográficos.

Por esses motivos esse trabalho tem como objetivo comparar duas técnicas, a convencional que é a recomendada (Tratado de Radiologia) e a que está sendo proposta, a qual chamou-se de **Técnica-teste**.

Essas técnicas serão utilizadas em um phantom *Sectional Chest Phatom SK200o*, pois segundo Silva, Marques e Nascimento (2013) imagens torácicas constituem um método introdutório de rotina para avaliação de pacientes com doenças pulmonares, pleurais, mediastinais e do arcabouço ósseo torácico, sintomáticos ou assintomáticos e são muito solicitadas por especialistas.

Serão feitas mensurações do índice cardior torácico (ICT) por meio de radiografias e serão comparadas se realmente houve a redução da dose entre as técnicas utilizadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção das imagens, foram utilizados:

- a) Equipamento de raio-X convencional da marca Siemens, modelo *Multix B* de alta frequência, com filtração inerente de 2,5 mm de alumínio e camada semi-redutora (CSR) de 2,8 mm de alumínio para a tensão no tubo de 100 kVp.
- b) *Sectional Chest Phatom SK200* que simula um adulto com altura de 1,70m, peso médio 75 kg, caixa torácica de 23 cm de espessura (PHANTOMLAB, 2016), Figura 1.

Figura 1 - Phantom de tórax modelo "Phantom Laboratory".



Sectional Chest Phatom SK200 é um *phantom* torácico que contém as estruturas esqueléticas do tórax e do ombro, incluindo o terço superior do úmero de um indivíduo adulto. Neste *phantom* a menor densidade dos pulmões é duplicada com o mesmo material usado nos pulmões RANDO® *Phantom*, que tem um número atômico e gravidade específica de pulmões

humanos em um estado respiratório médio. Este material é formado aos contornos da caixa torácica e resistirá a impactos substanciais e manuseio contínuo sem danos ao *phantom* (PHANTOMLAB, 2016).

De acordo com as características do fabricante, para cada *Sectional Phantom* um conjunto de ossos humanos naturais são reconstruídos em um molde de tamanho médio masculino e, em seguida, moldado com material RANDO®. O material opaco RANDO® simula a absorção de raios-X, o número atômico e a densidade são compatíveis com de um tecido humano macio. Um benefício adicional deste material de uretano é a sua durabilidade.

c) Sistema de radiografia computadorizada composto pelo leitor *Kodak Point-of-care CR-360 System* e cassete Kodak 35,56 x 43,18 cm com um *pixel pitch* efetivo de 0,1 mm.

d) Dosímetros da marca Pro-RAD

Os dosímetros foram expostos em duas etapas para avaliação da dose de radiação em que o paciente, neste caso o *phantom*, foi exposto durante o procedimento. As etapas foram:

- As imagens foram realizadas com análise paralela de dosímetros. Na primeira análise foram utilizados 2 dosímetros, Dosímetro Phantom 1 e 2. No dosímetro Phantom 1 realizou-se 24 disparos dentro da técnica convencional, e no Phantom 2 foram 24 disparos de acordo com a Técnica-teste. Os valores obtidos para o dosímetro Phantom 1 foi de 8,6 e no Phantom 2 de 6,6 (Quadro 5).
- Em um segundo momento realizou-se novamente os disparos, mas foi dividido os dosímetros de acordo com a diferença entre os kVp. Tivemos 6 dosímetros sendo denominados de Dosímetro Phantom 1, Dosímetro Phantom 2, Dosímetro Phantom 3, Dosímetro Phantom 4, Dosímetro Phantom 5 e Dosímetro Phantom 6.

2.1. Aquisição de imagens

Foram adquiridas 48 imagens, sendo 24 de técnica convencional e 24 de Técnica-teste utilizando-se o *phantom* de tórax na mesma posição.

Todas as imagens foram realizadas em um único cassete de detecção de imagem. Uma espera de 10 minutos foi respeitada após a aquisição para leitura da placa de imagem (AAPM Report N°.93, 2006).

Os dosímetros foram posicionados na mesma localização e após os exames foram enviados para a empresa *Prorad* para análise através do método TLD em *Sistema Tandem* sem filtros. Após a análise da empresa os valores obtidos foram enviados para tabulação e estatística dos valores encontrados, Figura 4.

Figura 4 - *Phantom* posicionado em decúbito dorsal (AP) com feixes horizontais incidindo a 10cm abaixo da incisura jugular, com colimação de 33cm x 36cm e dosímetro exposto a feixes primários de radiação.



Para cada imagem adquirida foram selecionadas técnica-teste com distintos valores de tensão kVp (quilovoltagem de pico) associados à diferentes, mAs (produto corrente-tempo) (SCHAETZING, 2004).

As imagens foram processadas de maneira semelhante às técnicas utilizadas em exames de rotina, ou seja, aqueles exames que são feitos para acompanhamento do Quadro clínico do paciente. Os parâmetros de processamento foram:

- Região anatômica imageada;
- Tórax AP (ântero-anterior);
- Colimação 33 cm x 36 cm, com raios horizontais incididos a 10 cm da incisura jugular.

No Quadro 1 pode-se observar que dentro de cada técnica realizou-se 8 disparos, mantendo-se o mesmo valor de kVp, sendo que em 4 disparos manteve-se o valor de mA de 200 e aumentando-se gradativamente o valor de mAs, em seguida manteve-se o mesmo kVp, mas alterou-se o mA para 125 e finalizando-se os outros 4 disparos alterando-se o valor de mAs. A última coluna representa os valores estatísticos de moda obtidos pelos especialistas.

Quadro 1 - Valores referenciados a que o Phantom foi exposto, ao tempo exposto e o valor da dosimetria.

Tipo de Técnica	kVp	mA	mAs
Técnica Convencional	77	200	4
	77	200	3.2
	77	200	2.5
	77	200	2
	77	125	4
	77	125	3.2
	77	125	2.5
	77	125	2
Técnica Convencional	73	200	4
	73	200	3.2
	73	200	2.5
	73	200	2
	73	125	4
	73	125	3.2
	73	125	2.5
	73	125	2.5

	73	125	2
Técnica Convencional	66	200	4
	66	200	3.2
	66	200	2.5
	66	200	2
	66	125	4
	66	125	3.2
	66	125	2.5
	66	125	2
Técnica Teste	63	200	4
	63	200	3.2
	63	200	2.5
	63	200	2
	63	125	4
	63	125	3.2
	63	125	2.5
	63	125	2
Técnica Teste	57	200	4
	57	200	3.2
	57	200	2.5
	57	200	2
	57	125	4
	57	125	3.2
	57	125	2.5
	57	125	2
Técnica Teste	55	200	4
	55	200	3.2
	55	200	2.5
	55	200	2
	55	125	4
	55	125	3.2
	55	125	2.5
	55	125	2

2.2. Avaliações das Imagens Adquiridas

Índice Cardiotorácico: Foi realizado o estudo do índice cardiotorácico (IC) pelo médico radiologista, o cálculo utilizado foi o maior ângulo do átrio direito + maior ângulo do ventrículo esquerdo dividido pela reta traçada de cada recesso costal frênico. Utilizou-se o software da Kodak Quality Control Software Version 3.0 para aferir o índice de magnificação da área torácica, contraste da imagem e a nitidez radiográfica. De acordo com Arrieta et al., (2002) a mensuração do índice cardiotorácico (ICT) por meio de radiografias consiste no primeiro método de exame radiológico.

Dosímetros: Houve duas avaliações uma primária e uma secundária. Na avaliação primária foi realizada as radiografias no *phantom*, posicionando os dosímetros no quadrante superior esquerdo do *phantom*; o dosímetro denominado *phantom 1* recebeu a técnica do tratado e o *phantom 2* a da **Técnica-teste**, tendo o dosímetro padrão (referência de zero) para garantir que os outros dosímetros não sofreram alterações durante o transporte e estadia, afim de compará-los. Cada um foi exposto a 24 exames de radiografia de tórax, exceto o dosímetro padrão. Já na segunda avaliação foram utilizados 7 dosímetros, onde 1 era o padrão, nos outros 6

foram feitos disparos. Em cada dosímetro realizou-se 8 disparos, mantendo o kVp, alterando apenas o mA.

Formulário aplicado aos especialistas: Inicialmente foram convidados 6 médicos para avaliarem as imagens. Esses médicos têm como área de atuação: um médico Pneumologista, dois Radiologistas, uma Pediatra e dois Generalistas que não foram informados dos parâmetros das exposições. De acordo com (Nielsen e Landauer, 1993) não há necessidade de aumentar o número de especialistas, pois o processo torna-se redundante. Eles receberam 30 imagens digitais numeradas de forma aleatória para serem avaliadas em períodos distintos utilizando-se para análise um mesmo computador. A avaliação foi feita de maneira duplo-cega onde nem o pesquisador nem o médico sabiam qual era a técnica utilizada, essa informação só era conhecida por uma terceira pessoa (tecnólogo na área). Após avaliação das imagens o pesquisador foi orientado pelo técnico a respeito das referências de cada imagem.

Tais médicos receberam um formulário contendo perguntas referentes as imagens adquiridas utilizando-se as duas técnicas (convencional e **Técnica-teste**). O formulário foi baseado na Escala Likert, segundo Gil (2008) a Escala permite que o pesquisador avalie o nível de concordância de uma determinada questão, concordando totalmente até discordando totalmente. Cada médico respondeu baseado na Escala Likert e cada item foi pontuado de 1 a 5. Sendo: 1 = Não concordo totalmente; 2 = Não concordo parcialmente; 3 = Indiferente; 4 = Concordo parcialmente e 5 = Concordo totalmente.

Os médicos observaram: os níveis de contraste das imagens; nitidez, índice cardiotorácico (ICT); anatomia das estruturas pulmonares; arcabouço ósseo e a qualidade da imagem para o diagnóstico.

3. RESULTADOS

3.1. Análise do IC

Foi realizado o estudo do índice cardiotorácico pelo médico radiologista, o cálculo utilizado foi o maior angulo do átrio direito + maior angulo do ventrículo esquerdo dividido pela reta traçada de cada recesso costo frênico. O cálculo de ICT de acordo com a Equação 3 para imagem com kVp de 77, mA de 200, e mAs de 4 foi de 0,49.

Pelo observado nas figuras e de acordo com as avaliações dos médicos, ficou evidente a mensuração do ICT com as técnicas baixas, visto a sua importância nos laudos. Assim como afirma Ribeiro (2007) a importância na avaliação do ICT para diagnóstico de alguma patologia cardíaca, como Hipertensão Ventricular Esquerda (HVE) e cardiomegalia.

3.2. Análise dos dosímetros

Os Quadros 2 e 3 ilustram os valores obtidos nos dosímetros por kV. Como pode ser observado no Quadro 3 os dosímetros não seguem uma sequência numérica na Tabela, porque foram oscilados os valores do kVp para cada grupo de disparos para que assim não houvesse "vício" do aparelho.

Quadro 2 - Análise dos dosímetros por kVp.

*Os *Phantoms* 1 e o 2 são resultados da primeira análise

Técnica convencional	Técnica-teste
PHANTON 1	PHANTON 2
8,6 mSv	6,6 mSv

Técnica convencional			Técnica-teste		
PHANTOM 1	PHANTOM 3	PHANTOM 4	PHANTOM 2	PHANTOM 6	PHANTOM 5
2,9 mSv	2,9 mSv	2,8 mSv	2,4 mSv	2,3 mSv	1,9 mSv

Quadro 3 - Análise dos dosímetros por kVp.

As imagens receberam as nomenclaturas de *Img1*, *Img2* até *Img30*. O Quadro 4 ilustra quais imagens foram adquiridas pela Técnica-teste e pela técnica convencional e quais os valores aplicados para cada técnica em cada imagem.

Quadro 4 – Relação das imagens por técnica utilizada.

NOME	TÉCNICA	VALORES APLICADOS de kVp, mA, mAs
Img1	Técnica Convencional	77 – 200 – 2,5
Img2	Técnica-teste	63 – 200 – 4,0
Img3	Técnica-teste	57 – 125 – 4,0
Img4	Técnica Convencional	73 – 200 – 3,2
Img5	Técnica Convencional	66 – 200 – 4,0
Img6	Técnica Convencional	66 – 200 – 3,2
Img7	Técnica-teste	55 – 125 – 2,0
Img8	Técnica Convencional	73 – 125 – 2,5
Img9	Técnica Convencional	77 – 200 – 2,0
Img10	Técnica-teste	63 – 125 – 4,0
Img11	Técnica-teste	63 – 125 – 2,0
Img12	Técnica Convencional	77 – 125 – 4,0
Img13	Técnica Convencional	66 – 125 – 4,0
Img14	Técnica-teste	55 – 125 – 2,5
Img15	Técnica-teste	55 – 125 – 4,0
Img16	Técnica Convencional	66 – 125 – 2,0
Img17	Técnica-teste	57 – 125 – 2,0
Img18	Técnica-teste	63 – 200 – 2,0
Img19	Técnica-teste	55 – 200 – 3,2
Img20	Técnica Convencional	66 – 200 – 2,0
Img21	Técnica Convencional	73 – 125 – 4,0
Img22	Técnica-teste	57 – 200 – 3,2
Img23	Técnica-teste	63 – 125 – 2,5
Img24	Técnica Convencional	77 – 125 – 3,2
Img25	Técnica Convencional	73 – 125 – 3,2
Img26	Técnica-teste	63 – 200 – 3,2
Img27	Técnica-teste	57 – 200 – 2,5
Img28	Técnica Convencional	73 – 200 – 4,0
Img29	Técnica Convencional	66 – 125 – 3,2
Img30	Técnica-teste	63 – 125 – 3,2

Em seguida as imagens foram separadas por grupo de técnica, ou seja, com o grupo de técnica convencional e com o grupo de Técnica-teste, sempre comparando os resultados para evidenciar a diferença e importância da redução.

Assim como a Portaria SVS/MS nº 453 de 1º de junho de 1998 preconiza a otimização da dose tentou-se obter uma imagem de qualidade e possível de ser avaliada, mas com exposições mínimas nas doses até um valor plausível de qualidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

3.3. Análise Médica

Inicialmente foram obtidas 48 imagens, dessas selecionamos 30 para os médicos avaliarem que as analisaram de maneira aleatória.

O Quadro 5 ilustra os valores de moda obtido em cada questão por cada avaliador utilizando-se a técnica convencional.

Quadro 5 – Valor que mais se repete (moda) referente pelos avaliadores com relação a técnica convencional para cada imagem.

		IMAGENS														
		Img1	Img 4	Img 5	Img 6	Img 8	Img 9	Img 12	Img 13	Img 16	Img 20	Img 21	Img 24	Img 25	Img 28	Img 29
I t e n s A v a l i a d o s	1.Nitidez da imagem	3 e 4	4 e 5	3 e 4	4	4	5	4 e 5	5	4	4	4	4 e 5	4	4 e 5	4
	2.Reprodução simétrica do tórax sem rotação ou basculação	5	4	5	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3	3	4	3 e 4	3	3 e 4	3 e 5
	3.Reprodução de todo gradil costal acima do diafragma	4	3 e 4	3 e 4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3 e 4	4	3 e 4
	4.Visualização da área retrocardíaca dos pulmões e mediastino	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3
	5.Reprodução nítida do coração e aorta	3	4	4	4	4 e 5	5	3 e 5	5	5	4	4	4	4	4	4 e 5
	6.Contraste da imagem	4 e 5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4 e 5
	7.Índice cardiotorácico (ICT)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	8.Reprodução nítida do diafragma e dos ângulos costofrênicos	3 e 5	4 e 5	5	5	4	4	3 e 5	4	4	4	4	4	4	3 e 4	3
	9. 6 arcos anteriores ou 10 arcos posteriores e em apneia	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4 e 5	4 e 5	4	4	4 e 5	3 e 5
	10.Visualização de ruídos ou artefatos na imagem.	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4 e 5	5	5	5	5

No Quadro 5 pode-se observar que o item com a moda mais frequente foi a de ICT (item 7), já o item com a menor avaliação tendo a moda 3 foi a visualização retrocardíaca dos pulmões e mediastinos (item 4).

No Quadro 6 ilustra-se a moda de cada tópico por imagem relacionado a Técnica-teste.

Quadro 6 – Valor que mais se repete (moda) referente pelos avaliadores com relação a Técnica-teste.

		IMAGENS															
		Img 2	Img 3	Img 7	Img 10	Img 11	Img 14	Img 15	Img 17	Img 18	Img 19	Img 22	Img 23	Img 26	Img 27	Img 30	
A v I a t l e i n a s d o s	1. Nitidez da imagem	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	4 e 5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	
	2. Reprodução simétrica do tórax sem rotação ou basculação	4	5	3 e 4	3	3	3 e 4	4	4	3	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	3 e 4	
	3. Reprodução de todo gradil costal acima do diafragma	4	3 e 4	4	4	4 e 5	4	4	4	4	4	4	4	4	3 e 4	4	4
	4. Visualização da área retrocardíaca dos pulmões e mediastino	4	4	2 e 4	3	3 e 4	3	3 e 4	4	3	4	4	4	3 e 5	4	3	3
	5. Reprodução nítida do coração e aorta	4	4	5	3 e 5	4	4	4	5	5	4 e 5	4	4	4 e 5	4 e 5	4	4
	6. Contraste da imagem	4	5	3 e 5	3 e 4	4 e 5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4
	7. Índice cardiotorácico (ICT)	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	8. Reprodução nítida do diafragma e dos ângulos costofrênicos	4	5	4	3 e 4	5	4	4	3 e 5	4	3	4	4	4	5	5	4
	9. 6 arcos anteriores ou 10 arcos posteriores e em apneia	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4 e 5	5	5	5	4	5
	10. Visualização de ruídos ou artefatos na imagem.	5	4	5	4 e 5	5	4 e 5	4	5	5	3 e 5	5	5	5	5	4 e 5	5

No Quadro 6 observa-se que o item com a moda mais frequente foi a de ICT (item 7), já os itens com as menores avaliações foram visualização retrocardíaca dos pulmões e mediastinos (item 4) e a reprodução simétrica do tórax sem rotação ou basculação (item 3).

Nos Quadros 5 e 6, pode-se observar que em ambos as técnicas a qualidade da imagem se manteve em uma constante. Assim como na pesquisa de Oliveira et al. (2008) que o motivo de diversas rejeições de imagens ou a repetição de exames se dá a falhas nas escolhas inadequadas dos parâmetros radiológicos, ou seja, escolha de kVp, mA, mAs que não corresponde com a necessidade de cada paciente.

4. DISCUSSÃO

Pelo Quadro 3 onde evidenciamos os valores dos dosímetros, ficou evidente que há a diminuição da dose da radiação que o paciente é exposto.

Baseado na portaria SVS/MS nº 453 de 1º de junho de 1998 que visa a otimização, justificativa e limitação da dose individual conseguiu-se neste trabalho evidenciar a otimização da dose e a limitação da dose, diminuição da dose em que o paciente será exposto durante o exame mantendo a qualidade da imagem (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Assim como a pesquisa de Oliveira et al. (2008) mostra a necessidade e importância de um Programa de Controle de Qualidade de imagens radiográficas no Serviço de Radiodiagnóstico, visto que com esse programa poderia manter de forma padronizada a Otimização, Justificativa e Limitação da Dose Individual, por isso a importância e necessidade em manter um programa e monitorá-lo evidenciando a diminuição das doses para segurança do paciente mantendo a qualidade da imagem.

Larson et al. (2007) em sua pesquisa afirma que as radiografias torácicas em alguns casos podem ser substituídas por exames físicos e anamneses. Os autores ainda mostram a importância dessa substituição pois mesmo que o paciente seja exposto a doses pequenas de radiação podem representar um risco aumentado para o desenvolvimento do câncer, visto que o principal risco associado a exames de radiodiagnóstico é a ocorrência de efeitos estocásticos, principalmente efeitos genéticos e carcinogênese.

Acerca da realização dos comparativos das imagens nas técnicas observou que com a redução de dose de radiação, kVp, mA e mAs, manteve-se a qualidade na imagem sendo possível ter uma laudo eficaz e eficiente do ICT. Pela medição da dose ficou evidente a redução do índice de exposição levando a seguridade do exame, visto que diminuindo a dose de radiação diminui os riscos para o paciente, visto a importância conforma Azevedo (2008) afirma que tem que se considerar a condição cumulativa da radiação.

Brenner et al. (2003) evidenciam em sua pesquisa que mesmo em doses de radiação baixas há os riscos variados, mas principalmente o de desenvolvimento ou do acelerado para o desenvolvimento de câncer, por isso a importância em sempre manter a dose mínima para os exames mantendo a qualidade da imagem e a baixa exposição a dose de radiação.

Por ter sido utilizado um *Phantom* alguns critérios não puderam ser avaliados, critérios que envolviam a avaliação do padrão vascular parcial dos pulmões, principalmente os vasos periféricos, reprodução da traqueia e parte proximal dos brônquios e visualização da coluna através da sombra cardíaca. Mas pelas pesquisas utilizadas, como Azevedo (2003), Azevedo (2008), Brenner et al. (2003), Larson et al. (2007), Lemke et al. (2006), Pacheco et al. (2007), Portaria SVS/MS nº 453 de 1º de junho de 1998, Silva, Marques e Nascimento (2013), Yakoumakis (2007), Yoshimura e Freitas (2002) para embasar esta dissertação, ficou claro que em relação à qualidade da imagem, observou diversos critérios baixam a qualidade da imagem, critérios como o mau posicionamento do paciente e a escolha inadequada dos parâmetros radiológicos dificultam a análise dos médicos ocasionando, dessa forma, laudos imprecisos.

A padronização em redução de doses poderá ser atingida através de medidas de fácil implementação nos serviços de radiologia, medidas essas que devem fazer parte de um programa de controle e garantia de qualidade a ser implementado em todo serviço de radiologia diagnóstica. Por isso a importância no treinamento adequado dos técnicos, o conhecimento no desempenho dos equipamentos de raios-X e das processadoras, assim como o emprego das técnicas de kVp, mA e mAs, assim será de grande valia para a redução das doses nos pacientes e obtenção de imagens de qualidade superior. Portanto, é possível concluir que uma alteração nos protocolos dos exames descritos, visando uma padronização e redução do kVp utilizados nesses exames, trará uma redução significativa na dose recebida pelos pacientes sem comprometer a segurança diagnóstica.

De acordo com *PhantomLab* (2016) diversos esqueletos humanos não têm o mesmo tamanho e forma que os moldes padrões utilizam, visto que há variações anatômicas, por raça, cor, idade, peso, tamanho entre outras condições, variações essas que refletem nas características humanas naturais. À medida que os profissionais reconstruem o esqueleto, pequenos ajustes podem ser feitos para facilitar o posicionamento dentro do molde

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que durante a aquisição de uma imagem radiográfica é importante levar em consideração parâmetros técnicos e operacionais. Durante a pesquisa ficou claro que a diminuição dos valores de kVp e o tempo de exposição podem contribuir para uma cultura de proteção radiológica, baseado da conscientização da necessidade da avaliação contínua dos procedimentos técnicos para obtenção de imagens otimizadas.

A Técnica-teste com doses e valores reduzidos aumentou a segurança do paciente durante o exame mantendo a qualidade da imagem para um diagnóstico de qualidade, o que tornam importante e imprescindível, podendo essa técnica ser colocada em prática, pois existe a possibilidade da otimização das doses nos serviços de radiodiagnóstico, com a possibilidade e certeza que não vai interferir na qualidade da imagem para a mensuração do ICT, pois observou-se que não houve perda qualidade da imagem avaliadas.

Abre assim também a importância em pesquisas futuras voltadas para redução de doses em exames de radiografias torácicas para laudos de patologias pulmonares onde se reduz a dose e o tempo de exposição mantendo assim os padrões de otimização, justificativa e limitação da dose.

6. AGRADECIMENTOS

A Clínica Infantil São Nicolau, Mogi das Cruzes e ao Prof. Dr. Henrique George Naufel, Prof. Dr. Terigi Augusto Scardovelli, Prof. Dr. Marcio Alexandre Marques, Dr. Daniel Zambuzzi, Prof. Dr. Marcio Robertella, Dr. Douglas Loiola, Dr^a Aline Prado, Dr^a Talita Colla, Dr. Augusto Voltaire e a tecnóloga Patrícia Américo Lima por contribuírem com essa pesquisa com vasto conhecimento e profissionalismo.

7. REFERÊNCIAS

1. AAPM - AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS IN MEDICINE. **AAPM protocol for 40 – 300 kV x-ray beam dosimetry in radiotherapy and radiobiology**, 2006.
2. ARRIETA, D.M.; et al. Early pregnancy diagnosis and fetal viability in bitches through B-mode real time ultrasonography. **Revista Científica da Faculdade de Ciências Veterinárias da Universidade Del Zulia**, v. 12, n.5, p. 367-370, 2002.
3. AZEVEDO, A.C.P. **Radioproteção em serviços de saúde**. FIOCRUZ - Escola Nacional de Saúde Pública-CESTEH e Programa de Radioproteção e Dosimetria Coordenação de Fiscalização Sanitária Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: < <http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf>>. Acesso em: jan. 2017.
4. AZEVEDO, A.C.P., et al. **Estudo Comparativo das Técnicas Radiográficas e Doses entre Brasil e Austrália**. *Radiol. Bras*; 38, n.5: 343-346; 2005
5. AZEVEDO, A.C.P. et al. Levantamento das condições de funcionamento dos serviços de radiologia de hospitais públicos e universitários do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 37, n.4, p.271-278, jul.2003.
6. BRASIL. Lei nº 1.234/50 - Direitos e Vantagens a Servidores que Operam com Raios-X e Substâncias Radioativas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L1234.htm>. Acesso em: jan.2017.
7. BRENNER D.J., et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. **Proc Natl Acad Sci USA** 2003; vol. 100, n. 24, pág. 13761-13766.
8. GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo, Atlas, 2008.
9. HOXTER, E. A. **Introdução à técnica radiográfica**; tradução: Daniel Purwin; revisão técnica: Walfredo Schmidt. São Paulo, Edgar Blucher, Siemens A.G. 1997.
10. LARSON D.B., et al. Informing Parents About CT Radiation Exposure in Children: It's OK to Tell Them. **American Journal of Roentgenology**. August 2007, Volume 189, Number 2.
11. LEMKE, F. et al. Verificação das condições de exposição e processamento de filmes radiográficos em consultórios odontológicos. **Revista de Pós Graduação RPG**, Campinas, v.13, n.2, p.175-180, Jun.2006.
12. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 453, 01/06/1998**. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Brasília, 1998. Disponível em: < http://www.conter.gov.br/uploads/legislativo/portaria_453.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2016.
13. Nielsen, J., and Landauer, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '93. doi:10.1145/169059.169166. 1993.
14. OLIVEIRA K.M., et al. Dosimetria do paciente em radiodiagnóstico. **Scientia Plena** 4,114801, 2008
15. PACHECO, J., et al. Avaliação dos serviços de radiodiagnóstico convencional de dois hospitais de rede pública estadual de Rio Branco, Acre. **Revista Radiologia Brasileira**, São Paulo, v.40, n.1. Jan/fev. 2007.
16. PHANTOMLAB. **Sectional Chest Phantom, SK200**. Disponível em: <http://phantomlab.client-proof.com/library/pdf/sectional_SK200DS.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2016.

17. SCHAETZING, R. Management of pediatric radiation dose using Alfa computed radiography. **Pediatric Radiology**, vol 34, pp. S207-S214. Verlag, 2004.
18. SILVA WC, MARQUES M.A, NASCIMENTO A.V. Estudo comparativo para avaliação das falhas técnicas em radiografias convencionais de tórax. **Radiol Bras.** 2013 Jan/Fev;46(1):39–42. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rb/v46n1/v46n1a12.pdf>>. Acesso em 6 de novembro de 2016.
19. YAKOUMAKIS E.N., et al. Radiation doses in common X-ray examinations carried out in two dedicated paediatric hospitals. **Radiat. Prot. Dosimetry.** 2007;124(4):348-52. Epub 2007 May 24.
20. YOSHIMURA, E.M., e FREITAS, M.B. Overview of doses to patients and irradiation conditions of diagnostic chest X-ray examinations carried out in hospitals of city. São Paulo, Brasil. **Radiation Protection Dosimetry**, v.103, n.2, p.141-148. Aug. 2002.

Endereço Eletrônico:

Denilson Silvestre Araújo
E-mail: denilsonsa@umc.br

Recebido em: 09 de Setembro de 2019
Aceito em: 18 de Setembro de 2019