

**INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR**

**GUSTAVO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO**

**AVALIAÇÃO DA DOSE E DA QUALIDADE DA IMAGEM DIGITAL EM  
PACIENTES SUBMETIDOS A EXAMES RADIOLÓGICOS DO TÓRAX**

Rio de Janeiro

2023

**GUSTAVO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO**

**AVALIAÇÃO DA DOSE E DA QUALIDADE DA IMAGEM DIGITAL EM  
PACIENTES SUBMETIDOS A EXAMES RADIOLÓGICOS DO TÓRAX**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Nucleares do Instituto de Engenharia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Nucleares

Orientadores: Dr. César Marques Salgado e Dr. Claudio Domingues de Almeida

Rio de Janeiro

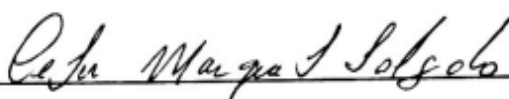
2023

**AVALIAÇÃO DA DOSE E DA QUALIDADE DA IMAGEM DIGITAL EM  
PACIENTES SUBMETIDOS A EXAMES RADIOLÓGICOS DO TÓRAX**

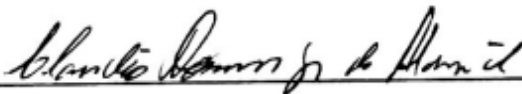
**Gustavo Oliveira da Conceição**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES  
DO INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR DA COMISSÃO NACIONAL DE  
ENERGIA NUCLEAR COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NUCLEARES**

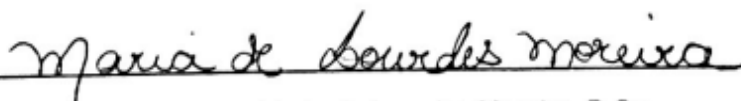
**Aprovada por**



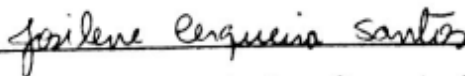
César Marques Salgado, D. Sc.



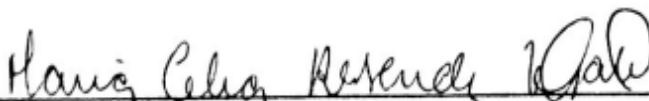
Cláudio Domingues de Almeida D.Sc.



Maria de Lourdes Moreira, D.Sc.



Josilene Cerqueira Santos, D.Sc.



Maria Célia Resende Djahjah, D.Sc.

Rio de Janeiro - RJ Brasil

AGOSTO DE 2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

CONC da Conceição, Gustavo Oliveira

Avaliação da dose e da qualidade da imagem digital em pacientes submetidos a exames radiológicos do tórax / Gustavo Oliveira da Conceição. Rio de Janeiro: CNEN/IEN, 2023.

xiv, 67 f.: il.; 31 cm

Orientadores: César Marques Salgado, Claudio Domingues de Almeida

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Nucleares) – Instituto de Engenharia Nuclear, PPGIEN, 2023.

1. Dosimetria em exames de tórax PA 2. Qualidade da imagem radiográfica 3. Protocolo de técnica radiográfica

## DEDICATÓRIA

A todas as pessoas que durante a pandemia perderam seus entes queridos, aos sobreviventes deste vírus que hoje carregam sequelas psicológicas e também no seu corpo, mas que foram aguerridos em suas essências.

Edson Minelli colega de turma que infelizmente veio a falecer durante o período do curso. Dedico a você este trabalho.

*“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem. Ou que seus planos nunca vão dar certo. Ou que você nunca vai ser alguém”*

**Renato Russo**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus e a meus Orixás, por tudo que tem feito na minha vida.

A minha mãe Marilza e ao meu pai Manoel (*in memoriam*), e meu padrasto Fernando César pela educação e incentivo aos estudos que me deram. A minha esposa Estela Eloy que durante esta jornada árdua me apoiou para a conclusão deste curso, minha filha Manuela Eloy, pilar que sustenta minha vida para atingir meus objetivos. Aos meus amigos e profissionais do hospital Federal de Bonsucesso, hospital Geral de Nova Iguaçu e Centro Hospitalar do Ingá, por todo carinho e amor, e pela confiança que depositaram em mim na conclusão deste curso. O meu grande amigo quase pai, que a vida me deu, Jorge Hipólito, pelo seu conhecimento e oportunidades para me desenvolver como profissional e por ceder os equipamentos para os testes de controle de qualidade, meus sinceros agradecimentos.

Este trabalho não seria possível sem a orientação segura, transmissão de conhecimentos, paciência, atenção, dedicação, incentivo dos professores Dr. Claudio Domingues de Almeida e do Dr. César Marques Salgado meus orientadores, para quem vai a minha imensa gratidão.

Ao Instituto de Engenharia Nuclear – Comissão Nacional de Energia Nuclear (IEN/CNEN), pelo seu rico corpo docente. Ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria em especial agradecimento aos membros da Divisão de Física Médica pelas informações fornecidas para a realização desta pesquisa.

Aos médicos radiologistas Aloísio Pereira, Ricardo Max e Fabiana Antônio Fraga de Paula pelas informações fornecidas durante a avaliação das imagens para a realização desta pesquisa.

A todos os professores, pesquisadores e funcionários do Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu do IEN pela sabedoria, respeito e profissionalismo em todos os instantes do curso.

Aos meus colegas de turma, pelo carinho e atenção prestada durante o curso.

## RESUMO

A radiografia digital com sua ampla faixa dinâmica é capaz de garantir visualização suficiente dos pulmões e da região do mediastino na realização da radiografia de tórax em PA que é uma ferramenta de imagem comprovada e útil para a avaliação médica. Mas por outro lado houve um aumento significativo da dose no paciente, observado por pesquisadores que realizaram estudos nessa área. Este trabalho tem como objetivo avaliar a relação da dose e da qualidade da imagem em exames de radiologia diagnóstica digital de tórax em PA entre os plantões de um serviço de radiologia no Rio de Janeiro. As imagens do tórax foram obtidas utilizando um aparelho de raios X marca VMI modelo Pulsar Plus 500 S e um digitalizador de imagem marca DIGIRAY modelo FIRE CR SPARK. Para este estudo foram obtidas imagens de 150 pacientes, sendo 30 em cada plantão. Foram incluídos nesse estudo pacientes com altura entre 160 cm a 175 cm, peso entre 60 kg a 75 kg. A diferença estatística entre os plantões em relação a dose de entrada na pele e a qualidade da imagem foi determinada aplicando o teste t de Student. A média da dose de entrada na pele (DEP) aplicada nos 150 pacientes foi 0,28 mGy. A DEP de referência determinada pela IN 90/21 ANVISA para pacientes em exames de tórax em PA é 0,40 mGy. O plantão de 2ª. feira obteve média de DEP mais baixa (0,22 mGy). Os outros plantões não seguiram os protocolos de técnicas recomendadas pelo guia Europeu, alcançando doses maiores que o plantão de 2ª. feira e atingindo DEP de até 0,39 mGy (plantão de 6ª. Feira). O plantão de 4ª. feira atingiu índice de qualidade da imagem maior do que os outros plantões e com DEP (0,27 mGy) próxima ao plantão de 2ª. feira. Esta análise reforça o que foi descrito no trabalho de McEntee que sugere tensão do tubo menor de 100 kV para exames de tórax em PA no sistema CR onde reduz a radiação espalhada melhorando a qualidade da imagem radiográfica e otimizando a dose. Conclui-se que devem ser considerados os resultados desse estudo a fim de determinar os protocolos de técnicas radiográficas para exames de tórax em PA no sistema CR que mais se aproxima da otimização da dose e da qualidade da imagem. Sugere-se que os protocolos de técnica radiográfica utilizados nos serviços de radiodiagnóstico sejam otimizados e implantados de forma uniforme.

Palavras chaves: Dosimetria, radiologia digital, proteção radiológica, controle de qualidade, técnica radiográfica, qualidade da imagem, raios X de tórax.

## ABSTRACT

Digital radiography with its wide dynamic range is capable of guaranteeing sufficient visualization of both lungs and the mediastinal region in the performance of chest radiography in PA, which is a proven and useful imaging tool for medical evaluation. But in contrast, there was a significant increase in the non-patient dose, observed by researchers who carried out studies in this area. The objective of this work is to evaluate the relationship between dose and image quality in digital diagnostic radiology exams of the chest in PA between the shifts of a radiology service in Rio de Janeiro. The chest images were obtained using an X-ray device, VMI, model Pulsar Plus 500 S, and an image digitizer, DIGIRAY, model FIRE CR SPARK. For this study, images of 150 patients were obtained, 30 in each shift. Patients with height between 160 cm and 175 cm, weight between 60 kg and 75 kg were considered. The statistical difference between shifts in relation to skin dose and image quality was determined by applying Student's t test. The average skin entry dose (DEP) applied to the 150 patients was 0.28 mGy. The reference DEP determined by IN 90/21 ANVISA for patients in chest exams in PA is 0.40 mGy. The 2nd shift. fair obtained the lowest DEP average (0.22 mGy). The other shifts did not follow the technical protocols recommended by the European guide, reaching higher doses than the 2nd shift. Fair and reaching DEP of up to 0.39 mGy (Friday shift). The 4th shift. fair reached a higher image quality index than the other shifts and with DEP (0.27 mGy) close to the 2nd shift. fair. This analysis reinforces that was described in McEntee's work, which suggests a tube voltage of less than 100 kV for chest exams in PA in the CR system, where it reduces scattered radiation, improving the quality of the radiographic image and optimizing the dose. It is concluded that the results of this study should be considered in order to determine the protocols of radiographic techniques for chest examinations in PA in the CR system, that are closest to the optimization of dose and image quality and these new protocols be implemented in a timely manner. Uniformly in all shifts of the radiodiagnosis service.

Keywords: Dosimetry, digital radiology, radiological protection, quality control, radiographic technique, image quality, chest X-ray



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Raios X de frenamento.....	22
Figura 2: Raios X Característicos.....	23
Figura 3: Efeito Fotoelétrico .....	24
Figura 4: Efeito Compton .....	25
Figura 5: Corte transversal de uma placa de fósforo fotoestimulável (FFE).....	27
Figura 6: Interação dos raios X com o fósforo fotoestimulável resulta na excitação dos elétrons para um estado metaestável.....	28
Figura 7: Elétrons metaestáveis retornam ao seu estado fundamental, uma luz visível é emitida.....	28
Figura 8: a - Detector solido piranha Black. b - Fantoma RF FTRX .....	29
Figura 9 Respostas do receptor de imagem para sistema CR é apresentada com a curva característica de um receptor de imagem de sistema TF .....	30
Figura 10: Técnicas radiográficas com qualidade ruins com receptor de imagem convencional resultam em imagens não adequadas.....	30
Figura 11 Técnicas radiográficas sistema CR obtidas através das mesmas técnicas utilizadas na radiografia sistema TF .....	31
Figura 12: a - Caixa torácica. b - Sistema respiratório .....	31
Figura 13: Mediastino.....	32
Figura 14: a - Radiografia de tórax PA. b - Posicionamento do paciente .....	33
Figura 15: a - Aparelho de raios X. b - Comando de raios X.....	34
Figura 16: a -Digitalizador b -Cassetes .....	35
Figura 17:a -Detector solido piranha Black. b - Fantoma RF FTR.....	35

## LISTA DE TABELA

Tabela1: Critérios de qualidade da imagem para radiografia do tórax em PA.....	38
Tabela 2: Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de idade .....	41
Tabela 3: Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de peso .....	42
Tabela 4: Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de altura .....	44
Tabela 5: Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de espessura do tórax PA .....	45
Tabela 6: Números de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de mAs no exame de tórax em PA.....	47
Tabela 7: Números de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de kV no exame de tórax em PA.....	49
Tabela 8: Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de dose de entrada na pele (mGy) no exame de tórax em PA.....	51
Tabela 9: Resumo das características dos pacientes, parâmetros técnicos utilizados para tórax em PA neste estudo e outros estudos.....	53
Tabela 10: Média do índice percentual da qualidade da imagem alcançados em cada critério de imagem por plantão .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de pacientes por faixa de idade em cada plantão.....	42
Gráfico 2: Número de pacientes por faixa de peso em cada plantão.....	43
Gráfico 3: Número de pacientes por faixa de altura em cada plantão.....	44
Gráfico 4: Número de pacientes por faixa de espessura do tórax em cada plantão.....	46
Gráfico 5: Número de pacientes por faixa de faixa de mAs em cada plantão.....	48
Gráfico 6: Número de pacientes por faixa de faixa de kV em cada plantão.....	49
Gráfico 7: Número de pacientes por faixa de DEP em cada plantão.....	51
Gráfico 8: Valores médios de DEP (mGy), Tensão (kV) e mAs aplicados nos exames de tórax PA dos pacientes em cada plantão.....	52
Gráfico 9: Pontuação média por critério na imagem do tórax em PA.....	55
Gráfico 10: Distribuição da média da DEP (mGy) e Índice percentual da qualidade da imagem por plantão.....	57

.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BSF	- <i>Backscatter Factor</i>
CR	- <i>Computerized Radiography</i>
DR	- <i>Digital Radiography</i>
DAP	- <i>Dose Area Product</i>
DEP	- Dose Entrada na Pele
DDF	- Distância Foco Filme
DP	- Desvio Padrão
Gy	- Gray
ICRP	- <i>International Commission on Radiological Protection</i>
ICRU	- <i>International Commission on Radiation Units and Measurements</i>
IN	- Instrução Normativa
IQI	- Índice de Qualidade da Imagem
KERMA	- <i>Kinetic Energy Released per unit of Mass</i>
kV	- Kilovtagem
mAs	- miliampere por segundo
mGy	- miliGray
PA	- Pósterio Anterior
PI	- Placa de Imagem
RDC	- Resolução da Diretoria Colegiada
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TF	- Tela-Filme

## SUMÁRIO

<b>CAPITULO I</b> .....	15
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 Revisão da Literatura.....	18
1.2 Objetivo.....	20
1.3 Objetivos específicos.....	20
1.4 Relevância.....	20
<b>CAPITULO II</b> .....	21
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	21
2.1 Produção de raios X.....	21
2.2 Interação dos raios X com a matéria.....	23
2.2.1 Efeito Fotoeletrico.....	24
2.2.2 Efeito Compton.....	24
2.3 Grandezas Dosimétricas.....	25
2.3.1 Dose Absorvida.....	25
2.3.2 Exposição .....	26
2.3.3 Kerma .....	26
2.3.4 Kerma no Ar Incidente.....	27
2.3.5 Kerma no ar na superfície de entrada.....	27
2.4 Radiografia Computadorizada (CR).....	27
2.4.1 Característica da Imagem sistema TF e sistema CR.....	29
2.5 Anatomia do Tórax.....	31
2.5.1 Fatores Radiográficos usados na radiografia do tórax.....	32
2.5.2 Níveis de referência em diagnóstico para o tórax em PA.....	33
<b>CAPITULO III</b> .....	34
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	34
3.1 Equipamentos do Setor de Radiologia.....	34

3.2 Equipamentos de Medidas.....	35
3.3 Seleção da amostra (pacientes).....	36
3.4 Fatores Radiográficos da Amostra.....	36
3.5 Cálculo da Dose na Entrada na Pele.....	36
3.6 Análise da Imagem .....	37
3.7 Avaliação do Equipamento de Raios X.....	38
3.8 Análise Estatística.....	39
3.8.1 Tamanho da Amostra para avaliação da dose e qualidade da imagem.....	39
3.8.2 Comparações das amostras entre os plantões.....	40
3.9 Aspectos Éticos .....	40
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>41</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
4.1 Pacientes .....	41
4.2 Técnicas radiográficas .....	47
4.3 Dosimetria.....	50
4.4 Análise da Qualidade da Imagem.....	54
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O uso dos raios X em medicina para o diagnóstico e o tratamento de certas doenças desempenha um papel muito importante, sendo a principal fonte artificial de exposição no mundo (UNSCEAR 2017).

A radiologia digital foi introduzida pela Fuji em 1981 com o primeiro sistema de imagem comercial de radiografia computadorizada. Na década seguinte o sistema CR foi bastante desenvolvido e tornou-se clinicamente aceitável (Bushong 2010).

É indiscutível que o advento tecnológico vem aprimorando e diferenciando a radiologia, desde sua descoberta no final do século XIX, a radiologia convencional e o processamento químico estão sendo substituídos pelo sistema digital. A partir destes pontos elencados relativos ao aumento de dose a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) tornou-se ciente e lançou várias recomendações específicas para gerenciar doses do paciente em imagens de raios X digital (Vano et al. 2007).

Na radiologia digital, doses mais altas no paciente geralmente significam melhor qualidade de imagem, portanto, pode ocorrer uma tendência a usar doses mais altas do que o necessário no paciente (ICRP 93 2004 p.13).

Uma das principais causas do aumento da dose é a ampla faixa dinâmica dos sistemas de imagem digital, o que permite a superexposição sem nenhum efeito adverso na qualidade da imagem, além disso, a falta de treinamento específico nas novas técnicas digitais para técnicos e tecnólogos e a falta de métodos bem estabelecidos para auditar as doses do paciente em sistemas digitais podem piorar o problema do paciente a exposição à radiação O sistema convencional tem uma faixa dinâmica pequena então não oferece um aumento significativo na dose. A faixa dinâmica pode ser definida como a proporção mínima e máxima de exposição que um

dispositivo de imagem pode receber sem deteriorar ou distorcer a imagem (Marques et al. 2019)

A minimização das doses em radiologia, deve ser um conceito aplicado dentro de um conjunto de ações, começando pela escolha do equipamento adequado de raios-X, utilização de protocolos orientados, bem como a realização regular de teste de controle de qualidade do equipamento e formação contínua dos profissionais envolvidos nesta área (Hutton A, et. al. 1998).

Com o avanço tecnológico, tem sido notório as alterações significativas nas técnicas utilizadas e nos próprios equipamentos de raios X com ênfase para a passagem de muitos serviços para sistemas de digitalização em substituição dos sistemas convencionais tipo tela-filme (TF). Os sistemas de CR são baseados na tecnologia de fósforo de armazenamento que melhorou continuamente ao longo de 25 anos. Esses sistemas requerem uma exposição comparável a um sistema TF de “velocidade 400”. Segundo HW et al. 2008, foram introduzidas várias melhorias em relação ao material do detector de imagem e à tecnologia de leitura. Velocidade é a sensibilidade da combinação tela-filme aos raios X e a luz, a combinação tela-filme rápida necessita de menor quantidade de radiação para produzir uma imagem para diagnóstico. Escala de velocidades das telas são expressas numericamente e vão de 100 (lentas) a 1200 (muito rápido) (Bushong 2010).

A radiografia é eficaz na avaliação das estruturas do corpo humano, pois é um procedimento rápido, não invasivo e de custo baixo. Com a massificação do seu uso, cresce, também, os riscos que a radiação ionizante emitida ocasiona em longo prazo em indivíduos que se submetem a este exame frequentemente (Berrington GA, Darby S.2004).

Segundo a ICRP 93 em 2004 a radiografia de tórax foi responsável por aproximadamente 30-40% de todos os exames de raios X realizados, independentemente do nível de prestação de cuidados de saúde.

O exame de raios X de tórax é um dos procedimentos de imagem mais solicitados na prática médica, a partir dele é possível identificar as principais estruturas torácicas.



Entretanto, além de possuir uma leitura difícil, a interpretação deste depende da experiência profissional do técnico que realizou o exame, da técnica utilizada e do conhecimento do avaliador (Chen et al.2012).

Na radiografia de tórax em TF configurações de alta quilovoltagem são usadas para melhorar a penetração do mediastino e reduzir a atenuação das costelas sobrepostas aos campos pulmonares. A radiografia digital não sofre mais com a subpenetração do mediastino, o que permite repensar a abordagem convencional. O contraste da imagem aumenta com baixo kVp, o que pode melhorar as relações sinal-ruído. Para o paciente, foi descoberto que configurações de baixo kVp aumentam a relação sinal ruído (RSR) e aumentam significativamente a qualidade da imagem, tanto em um estudo com phantom quanto em estudos clínicos. (HW et al.2008)

No Brasil em janeiro de 2022 em consulta realizada na produção ambulatorial do Sistema único de saúde (DATASUS) foram realizados 696.609 exames ambulatoriais de tórax PA e Perfil. Na região Sudeste foram realizados 352.310, no estado do Rio de Janeiro foram realizados 67.990. No Brasil em janeiro de 2022 em consulta realizada no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) verificou-se que existem 11.328 equipamentos de raios X no SUS, sendo no estado do Rio de Janeiro 962 e no município 419 equipamentos de raios X.

Muitos hospitais no Brasil e no estado do Rio de Janeiro já estão com sistema digital seja ele do tipo CR (radiologia computadorizada) ou DR (radiologia digital). Tendo em vista as mudanças recentes da portaria 453/98 MS para a RDC 611/22 ANVISA e devido a maior demanda das novas tecnologias, passou a ser necessário um maior controle de qualidade aos seus riscos inerentes e de treinamento eficaz através dos recursos humanos atendendo os requisitos de qualidade estabelecidos nas recomendações internacionais. (ICRP 93 2004)

## 1.1 REVISÃO DA LITERATURA

A comissão internacional de proteção radiológica (ICRP) vem mostrando grande preocupação com a otimização de todo o procedimento radiográfico levando-se em conta a qualidade das imagens e a dose na entrada da pele (DEP) recebida pelos pacientes submetidos a radiologia digital.

Segundo a ICRP 93(2004) as recomendações para radiologia digital são que médicos radiologistas, físicos médicos e técnicos de radiologia devem fazer cursos de treinamento apropriados, particularmente em aspectos de gerenciamento de dose do paciente, antes de fazer uso clínico de técnicas digitais. O controle de qualidade na área de radiologia digital requer novos procedimentos e protocolos. A aceitação e comprovação da constância devem incluir aspectos relacionados à exibição, transmissão e armazenamento das imagens.

Azevedo et al. (2005) aplicou um estudo comparativo de dose e técnicas radiográficas Brasil e a Austrália. O estudo foi realizado em hospitais de grande porte sendo o hospital australiano com sistema digital e o brasileiro com sistema tela-filme (TF), foi avaliada a DEP e a dose efetiva. As doses foram consideradas mais altas no hospital do Brasil, exceto para o exame de tórax. Concluiu que a Austrália conta com equipamentos digitais e profissionais de física médica atuantes no controle de qualidade e treinamento, mostrando a necessidade desta implantação nos hospitais brasileiro, mas analisou que doses baixas podem ser adquiridas no Brasil com fatores radiográficos corretos.

Vano et al. (2007) avaliou a mudança do sistema TF para o sistema digital e verificou que as doses médias de superfície de entrada na pele do paciente depois da implementação de equipamentos digitais tiveram um aumento entre 44% e 103%. Eles concluíram que a implementação de programas de gerenciamento de dose, incluindo treinamento e auditorias de dose do paciente, permitiu reduções dos valores.

Marques et al. (2019) avaliaram vários trabalhos realizados de 2005 a 2016 que demonstraram um aumento significativo da dose nos equipamentos digitais, que levou a conclusão da necessidade de treinamento dos profissionais para utilização da dose

otimizada e da adoção de gestão da dose, pelos serviços de imagiologia, conforme recomendado pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica.

Eugênio Carvalho et al. (2007) comparou as doses de raios X digital e convencional em crianças de 0 a 5 anos no exame de tórax em antero-posterior (AP) em dois hospitais em Lisboa. A média da DEP, no hospital que utiliza sistema de digitalização de imagem foi de 26,6  $\mu\text{Gy}$ , enquanto que no hospital que utiliza sistema TF foi de 6,8  $\mu\text{Gy}$ . O autor concluiu que é de suma importância a participação do técnico em otimizar os protocolos para minimizar as doses.

Schmidt e Paula, (2011) apresentam um trabalho com o objetivo de otimizar as técnicas de exposição no sistema CR e, então, avaliar o percentual de elevação da DEP em relação ao sistema TF. Após a obtenção das técnicas de exposição que possibilitassem imagens de bom padrão diagnóstico, com a menor dose possível de radiação para o sistema CR, comparou-se estas doses de exposição com aquelas que eram praticadas no sistema TF. Concluiu-se que os percentuais de elevação de dose encontrados, mesmo otimizando as técnicas de exposição no sistema CR, foram significativamente altos.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2019, em substituição da Portaria 453/98 MS, publicou a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 330 e as Instruções Normativas (IN) de Nº 52 a Nº 59. Em suas atualizações no ano de 2021 a ANVISA revogou a IN Nº 52/19 substituído pela IN Nº 90/21 que dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional. Em 2022 a ANVISA aprovou a RDC 611/22, em substituição da RDC 330/19. Com a crescente evolução tecnológica, as INs e a RDC precisavam passar por revisões e atualizações tendo em vista o gerenciamento de riscos das novas tecnologias associadas. Com avanço tecnológico na área de diagnóstico seria imprescindível uma melhora na qualidade da imagem com a menor dose possível de radiação, alinhado a importância de um programa de garantia da qualidade; programa de educação permanente e um programa de proteção radiológica.

## 1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a relação da dose e da qualidade da imagem em exames de radiologia diagnóstica digital de tórax, entre os plantões de um serviço de radiologia no Rio de Janeiro.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar a influência dos protocolos de técnicas radiográficas na dose de entrada da pele estimada em um número representativo de pacientes.
- ✓ Determinar a influência dos protocolos de técnicas radiográficas na qualidade da imagem radiográfica.
- ✓ Propor uma tabela de técnicas radiográficas, que permita garantir a otimização da dose e da qualidade da imagem radiográfica, para ser aplicada no serviço de radiologia.

## 1.4 RELEVÂNCIA

Com a publicação da Resolução da Diretoria Colegiada ANVISA Nº 330 em 2019 e atualizada para RDC Nº 611 em 2022 que introduziram regras para as novas tecnologias, radiografia digital (DR) e computadorizada (CR), estabeleceram as regras para utilização dos equipamentos de raios X digital tornando obrigatório o programa de educação permanente para todos os profissionais. Entretanto, apesar desta tecnologia trazer praticidade na execução dos exames em relação a obtenção da imagem, ela também trouxe uma tendência do uso indevido de doses mais altas do que o necessário. Desta forma, surgiu a possibilidade de um serviço de radiologia em um hospital público do estado do Rio de Janeiro disponibilizar suas instalações e profissionais com objetivo de investigar o nível de dose aplicado nos pacientes submetidos ao exame de raios X de tórax em cada plantão.

## CAPITULO II

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão introduzidos conceitos teóricos de grande importância para uma melhor compreensão da metodologia proposta neste trabalho. Serão abordados os seguintes assuntos: produção dos raios X, interação dos raios X com a matéria, grandezas dosimétricas, radiografia computadorizada (CR) e anatomia do tórax.

#### 2.1 PRODUÇÃO DOS RAIOS X

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu um tipo de radiação que apresentava a propriedade de atravessar a matéria, a qual chamou de raios X. Por esta descoberta, Roentgen recebeu o primeiro Prêmio Nobel de Física, em 1901 (UNSCEAR, 2016, P3).

Os raios X são gerados quando elétrons, acelerados por alta tensão, são lançados contra um meio material, perdendo e transferindo energia para o meio, a combinação do movimento do elétron incidente com a atração eletrostática do núcleo atômico resulta em desaceleração do elétron e a perda de energia de movimento é irradiada em forma de fótons de raios X (Gilberto Tilly-2010).

Em um tubo de raios X, a maioria dos elétrons incidentes sobre o alvo perde energia cinética do modo gradual nas inúmeras colisões, convertendo-a em calor desta forma o alvo deve ser feito de material de alto ponto de fusão, como o tungstênio ( $Z=74$  W) do sueco *tung sten* =pedra pesada, com ponto de fusão de 3.695 K (Okuno-2010).

Radiação de frenamento traduzida da palavra alemã *Bremsstrahlung* esse tipo de radiação ocorre com muita frequência na formação do feixe de raios X e é originada na passagem de um elétron bem próximo ao núcleo de um átomo do material do alvo (anódio). A atração entre o elétron carregado negativamente e o núcleo carregado positivamente faz com que o elétron se deflita da sua trajetória original, perdendo parte

da sua energia cinética ou toda ela, que é emitida na forma de raios X. A figura 1 ilustra esse processo que pode gerar raios X com energias diferentes, indo de valores baixos até à energia máxima, que é igual à energia total do elétron incidente (Biasoli 2005).

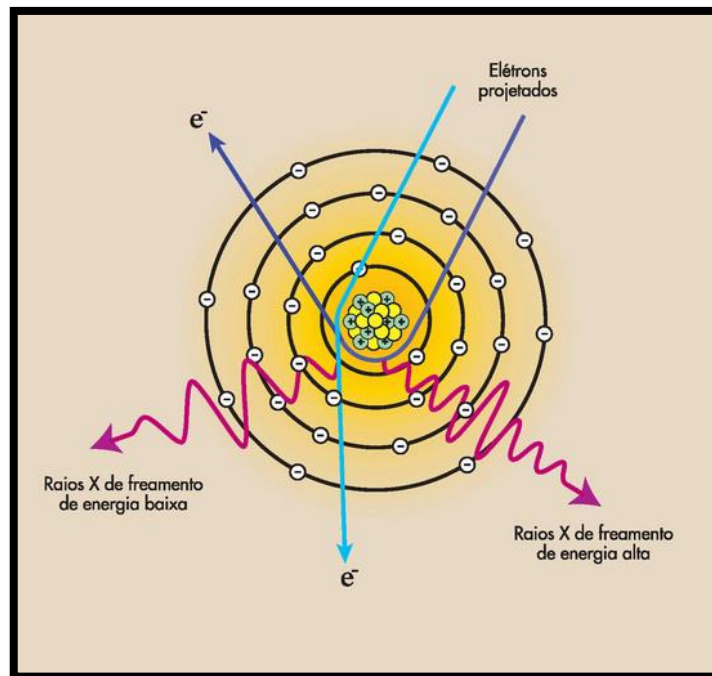


Figura 1: Raios X de frenamento

Fonte. (Bushong 2010)

Para a produção de radiação característica em vez de interagir com elétrons das camadas externas dos átomos do alvo, os elétrons projetados interagem com elétrons das camadas mais internas e podem ser produzidos raios X característicos. Raios X característicos ocorrem quando a interação é suficientemente violenta para ionizar os átomos do alvo por meio da remoção completa de um elétron de uma camada mais interna. Raios X característicos são produzidos após a ionização de um elétron K. A figura 2 ilustra quando um elétron mais externo preenche a vacância da camada K, um fóton de raios X é emitido. (Bushong 2010).

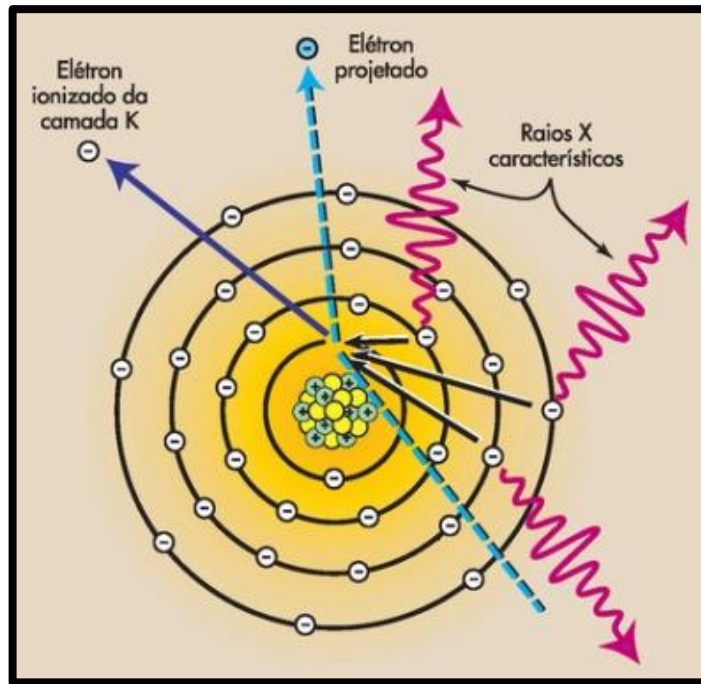


Figura 2: Raios X Característicos

Fonte. (Bushong 2010)

## 2.2 INTERAÇÃO DOS RAIOS X COM A MATÉRIA

Ao interagirem com a matéria, as radiações transferem parte ou toda sua energia para os átomos ou moléculas por onde passam. As principais consequências dessa interação são excitação e ionização. Os fótons de raios X podem penetrar grandes distâncias dentro da matéria antes de interagir pela primeira vez (Soares, Júlio César de A.C.R 2008).

Neste processo dos fótons de raios X interagirem com o corpo humano, pode haver interação por absorção fotoelétrica ou difusão Compton, ou atravessar o corpo humano sem nenhum tipo de interação, a probabilidade de ocorrência é determinada pela densidade, espessura e número atômico do objeto atravessado (Biasoli 2005). Por isso os ossos são maiores atenuadores por meio de interação fotoelétrica por ter sua densidade maior que a dos tecidos moles. Os números atômicos efetivos dos ossos e tecidos moles no corpo humano são respectivamente 13,80 e 7,42 (khan1994).

### 2.2.1 EFEITO FOTOELÉTRICO

Um fóton transfere toda sua energia, desaparecendo e fazendo surgir um fotoelétron como ilustra a figura 3. Este fenômeno predomina quando a energia dos fótons é baixa, da ordem de dezenas de keV e se torna significativo quando o material sobre o qual os fótons incidem tem um número atômico elevado. Este efeito tem grande importância para a radiologia, pois remove integralmente os fótons de raios X do feixe primário, predominando mais em um tecido do que em outros, e sendo o maior contribuinte para a formação do contraste radiográfico (Soares, Júlio César de A.C.R 2008).

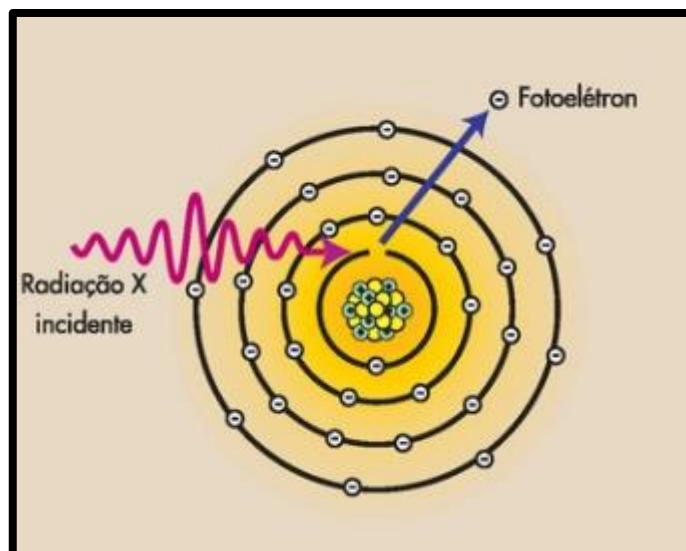


Figura 3: Efeito fotoelétrico

Fonte. (Bushong 2010)

### 2.2.2 EFEITO COMPTON

Ocorre quando um fóton é espalhado por um elétron de baixa energia de ligação, que recebe somente parte de sua energia, continuando dentro do material em outra direção e com menor energia (TAUHATA 2014) como mostra a figura 4. Este efeito contribui significativamente para o aumento da radiação que é espalhada pelo corpo do paciente e que atinge o filme radiográfico, deteriorando a qualidade da imagem (Soares, Júlio César de A.C.R 2008).



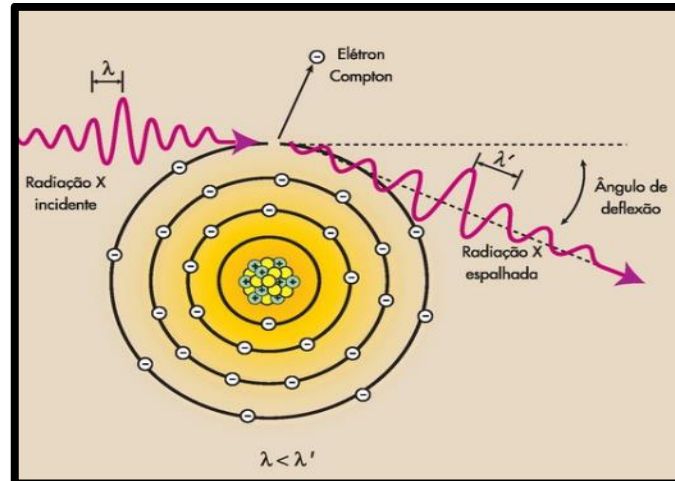


Figura 4: Efeito Compton

Fonte. (Bushong 2010)

## 2.3 GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS

### 2.3.1 DOSE ABSORVIDA

É uma medida da média de energia depositada pela radiação na matéria por unidade de massa. Expressa na equação 1 abaixo:

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

Onde  $dE$  é a energia média depositada pela radiação em um volume de massa  $dm$ .

A unidade de dose absorvida, no SI (Sistema Internacional) é o Joule por quilograma (J/kg) denominado Gray (Gy), e é definida como:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J / kg}$$

A dose letal, que mata metade dos seres humanos expostos no corpo todo em um período de 30 dias, é de 4Gy. (Okuno-2010). As doses absorvidas por pacientes em exames usuais de radiologia podem variar de dezenas de  $\mu\text{Gy}$  até alguns mGy dependendo do exame.

### 2.3.2 EXPOSIÇÃO

Fornece a quantidade de ionizações produzidas no ar pela radiação. Aplica-se apenas aos raios X ou Gama com energia até 3MeV (mega elétron-volt) (Biasoli 2005). É o quociente entre dQ por dm. Expressa na equação 2 abaixo:

$$X = \frac{dQ}{dm} \quad (2)$$

Onde dQ é o valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados pelos fótons no ar, em uma massa dm, são completamente freados no ar. Anteriormente, a unidade de exposição era definida como Roentgen (R) sendo a sua nova unidade no Sistema Internacional de medidas (SI), a unidade de medida de exposição (X) é o Coulomb (C) por quilograma (kg), representado por C/kg ou  $C \times kg^{-1}$  expressa na equação 3 abaixo:

$$\frac{C}{kg} = C \times kg^{-1} \quad (3)$$

### 2.3.3 KERMA

Energia absorvida por unidade de massa a partir da energia cinética inicial depositada na matéria de todos os elétrons liberados por raios X ou raios Gama. Expressa na equação 4 abaixo:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (4)$$

Onde  $dE_{tr}$  é a energia transferida ao meio que equivale a soma das energias cinéticas iniciais em um elemento de volume de massa dm.

### 2.3.4 KERMA NO AR INCIDENTE

É o kerma no ar no eixo central do feixe incidente à distância foco-superfície da pele, isto é, no plano de entrada da pele. Inclui apenas o feixe primário incidente no paciente ou simulador e nenhuma radiação retroespalhada (ICRU 2005).

### 2.3.5 KERMA NO AR NA SUPERFÍCIE DE ENTRADA

É o kerma no ar no eixo do feixe de raios X no ponto onde ele entra no paciente ou no simulador. A contribuição da radiação retroespalhada é incluída (ICRU 2005).

## 2.4 RADIOGRAFIA COMPUTADORIZADA (CR)

Sistema de aquisição de imagem radiográfica que usa um fósforo fotoestimulável como receptor de imagem. Neste processo, utilizam-se os aparelhos de radiologia convencional (os mesmos utilizados para produzir filmes radiográficos), porém substituem-se os “chassis” com filmes radiológicos em seu interior por “cassetes” com placas de fósforo. Estas placas de imagem (PI) são compostas por materiais como os haletos de bário com európio (BaFl:Eu) que emitem luz prontamente do mesmo modo que um cintilador faz quando submetido à exposição de raios X (Bushong 2010).

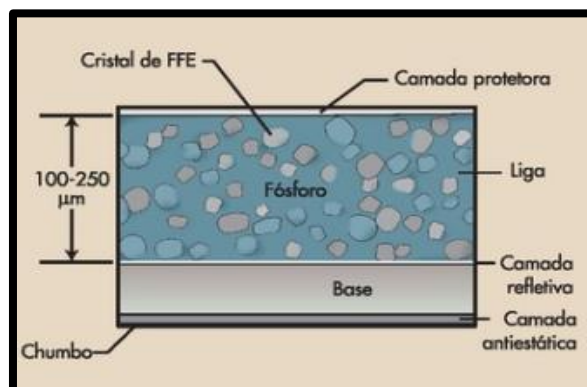


Figura 5: Corte transversal de uma placa de fósforo fotoestimulável (FFE)

Fonte. (Bushong 2010)

Os raios X interagem com a PI composta por haletos de bário com európio (BaFl:Eu) e formam uma imagem latente com os elétrons excitados em um estado metaestável de maior energia como ilustra a figura 6. A CR aproveita a absorção de radiação, aprisionando elétrons nos níveis de energia por meio do processo de luminescência fotoestimulável. Com o passar do tempo, esses elétrons metaestáveis retornam ao seu estado fundamental. Entretanto, esse retorno ao estado fundamental pode ser acelerado ou estimulado expondo o fósforo à luz infravermelha intensa de um laser – por isso, o termo luminescência fotoestimulável para o fósforo fotoestimulável (FFE) como ilustra a figura 7 (Bushong 2010).

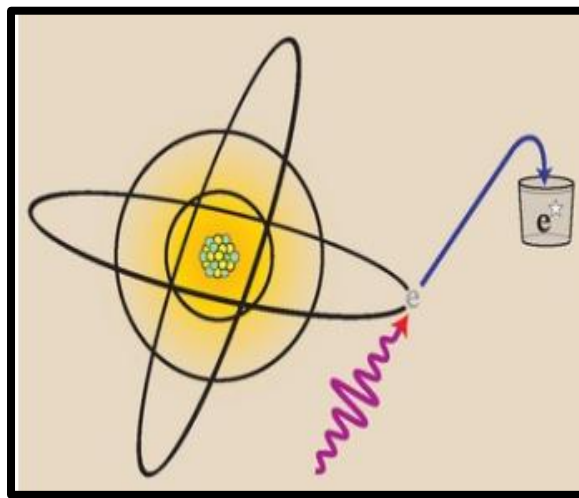


Figura 6 :Interação dos raios X com o fósforo fotoestimulável resulta na excitação dos elétrons para um estado metaestável.

Fonte (Bushong 2010).

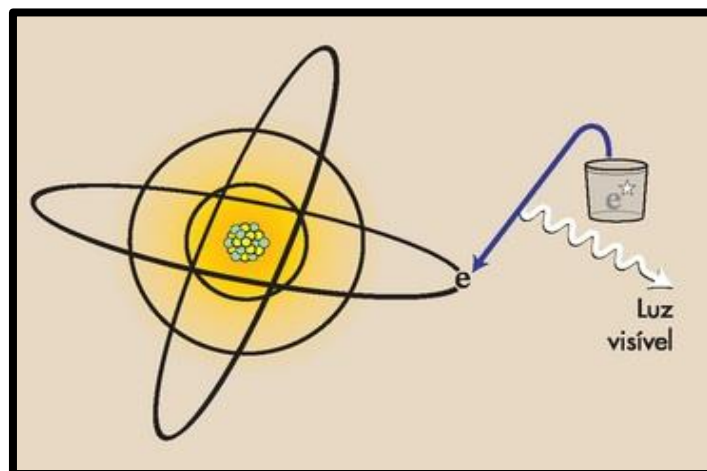


Figura 7: Elétrons metaestáveis retornam ao seu estado fundamental, uma luz visível é emitida.

Fonte (Bushong 2010).

Após ser feita a exposição na PI o cassete é colocado no leitor de PI dentro do leitor ela é removida do cassete e a imagem é gravada e lida no scanner a laser. À medida que o laser escaneia a imagem o fosforo da PI libera elétrons que emitem luz igual a sua energia armazenada. Ao retornar ao estado fundamental, os elétrons emitem luz de curto comprimento de onda em proporção à intensidade do feixe de raios X. O sinal de luz emitido é digitalizado e reconstruído em uma imagem médica. A PI é então apagada por uma luz brilhante dentro do leitor, é recarregada para dentro do cassete e devolvido pronta para a próxima exposição (Bontrager 2015) como ilustra a figura 8.

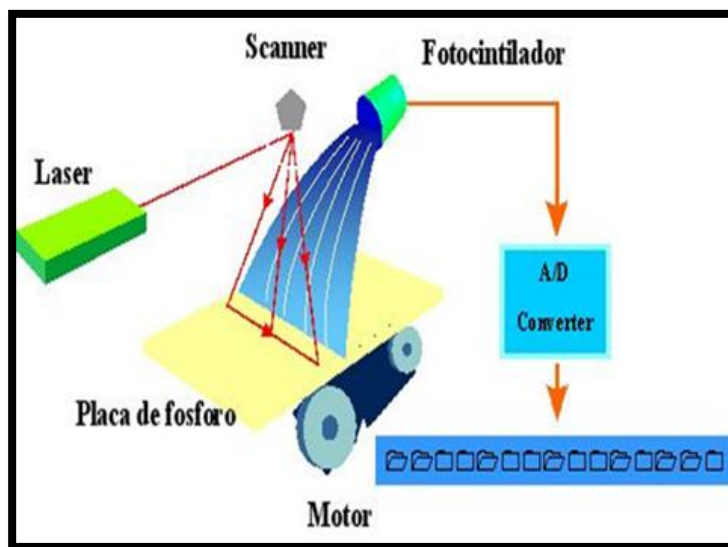


Figura 8: Processo de leitura da placa de imagem na CR.

Fonte (Bontrager 2015).

#### 2.4.1 CARACTERISTICA DA IMAGEM DO SISTEMA TF E DO SISTEMA CR

A imagem médica com CR não é muito diferente da imagem TF. Um cassete é exposto com um sistema de imagem de raios X, para formar a imagem latente. A Resposta do filme se estende através de uma “ampla faixa dinâmica” de densidade óptica (DO) de 0 a 3. No entanto, a imagem com filme pode apresentar apenas 30 tons de cinza sobre um negatoscópio. É por isso que a técnica radiográfica é muito crítica em imagem com filme. A imagem da CR caracteriza-se pela latitude extremamente ampla esta exposição à radiação resultam nos 10.000 níveis de cinza, cada um podendo ser observado pelo pós-processamento como ilustra a figura 9.

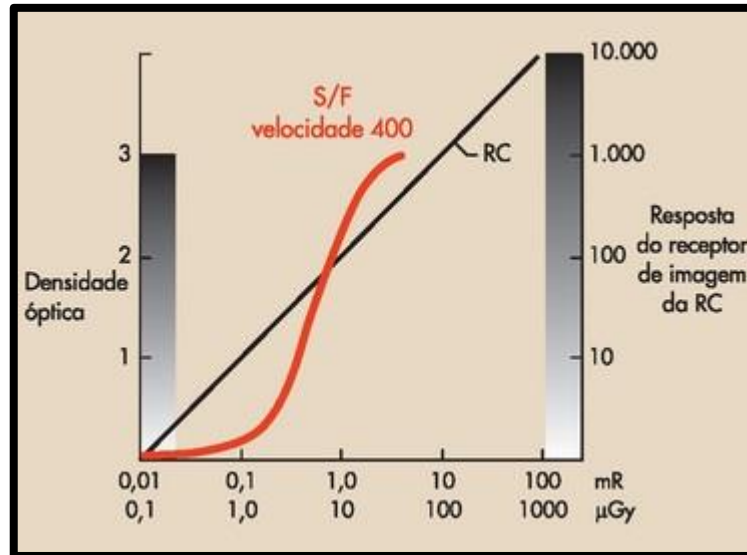


Figura 9: Respostas do receptor de imagem para sistema CR é apresentada com a curva característica de um receptor de imagem de sistema TF.

Fonte : (Bushong 2010)

Os fatores radiográficos adequados e a exposição correta são essenciais para a radiografia com filme. Superexposição e subexposição resultam em imagens de má qualidade. Como ilustra a figura 10 abaixo.

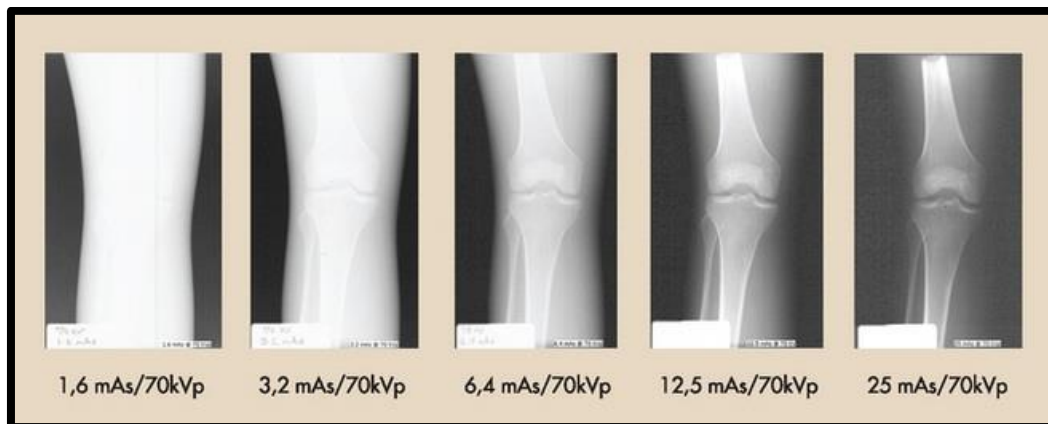


Figura 10: Técnicas radiográficas com qualidade ruins com receptor de imagem convencional resultam em imagens não adequadas.

Fonte : (Bushong 2010)

Na CR a técnica radiográfica não é tão crítica, porque o contraste não muda com a variação da exposição à radiação, podendo usar doses (mAs) maiores do que no sistema TF sem perder a imagem por isso. Na Figura 11, pode ser observado nas imagens obtidas no sistema CR que o valor de tensão (kV) aplicado foi o mesmo utilizado no sistema TF (figura 10), logo, a faixa de mAs foi bem mais ampla e mesmo assim a imagem pode ser utilizada para o diagnóstico.

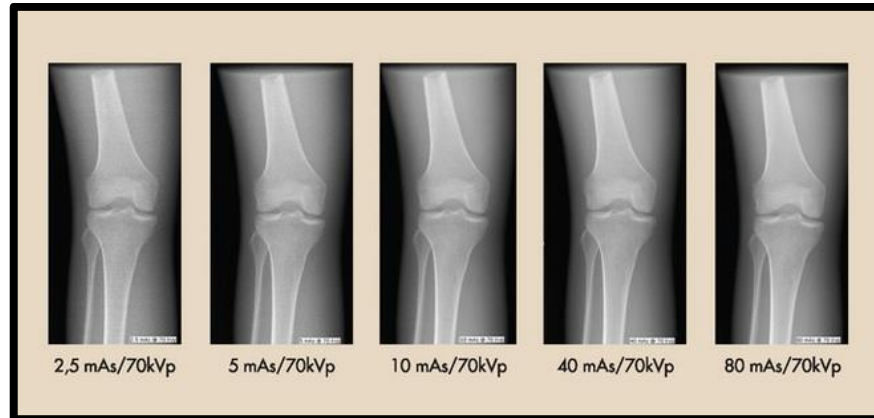
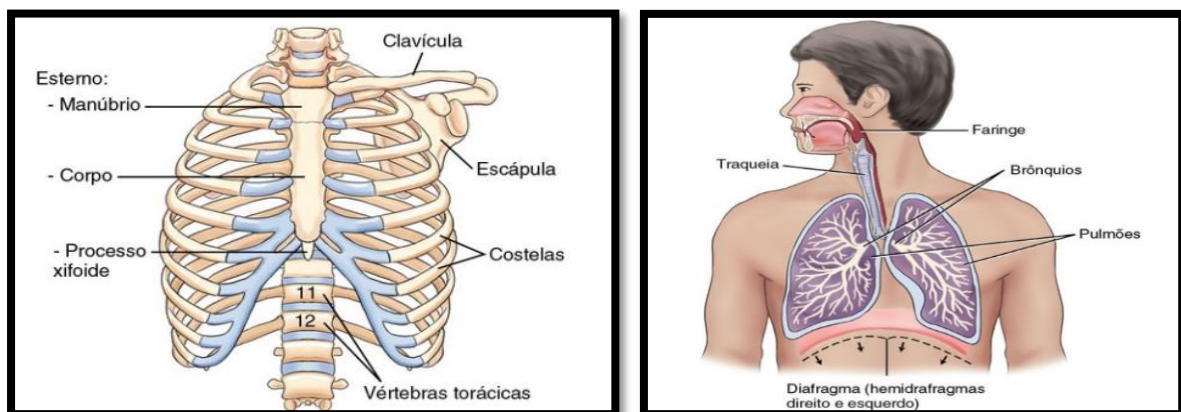


Figura 11: Técnicas radiográficas sistema CR obtidas através das mesmas técnicas utilizadas na radiografia sistema TF.  
Fonte : (Bushong 2010)

## 2.5 ANATOMIA DO TÓRAX

O tórax é a porção superior do tronco localizada entre o pescoço e abdômen, a anatomia radiográfica do tórax é dividida em três partes: Caixa torácica, sistema respiratório e mediastino. Caixa torácica é a parte do sistema esquelético que fornece uma estrutura de proteção para as partes do tórax envolvidas com a respiração e a circulação sanguínea como ilustra a figura 12-a. A respiração é a troca de substâncias gasosas entre o ar que respiramos e a corrente sanguínea. O sistema respiratório consiste em partes do corpo através das quais o ar passa do nariz e da boca para o interior dos pulmões como ilustra a figura 12-b (Bontrager 2015).



(a)

(b)

Figura 12: a - Caixa torácica. b - Sistema respiratório.  
Fonte Bontrager (2015)

A porção mediana da cavidade torácica, localizada entre os pulmões, é denominada mediastino. As quatro estruturas radiograficamente importantes localizadas no mediastino são (1) timo, (2) coração e grandes vasos, (3) traqueia e (4) esôfago como ilustra a figura 13.

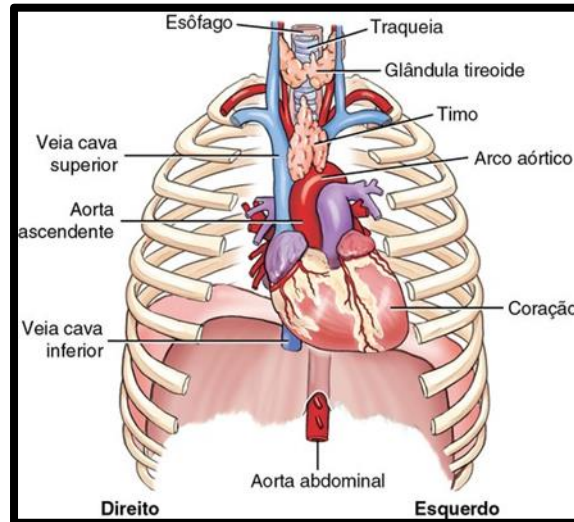


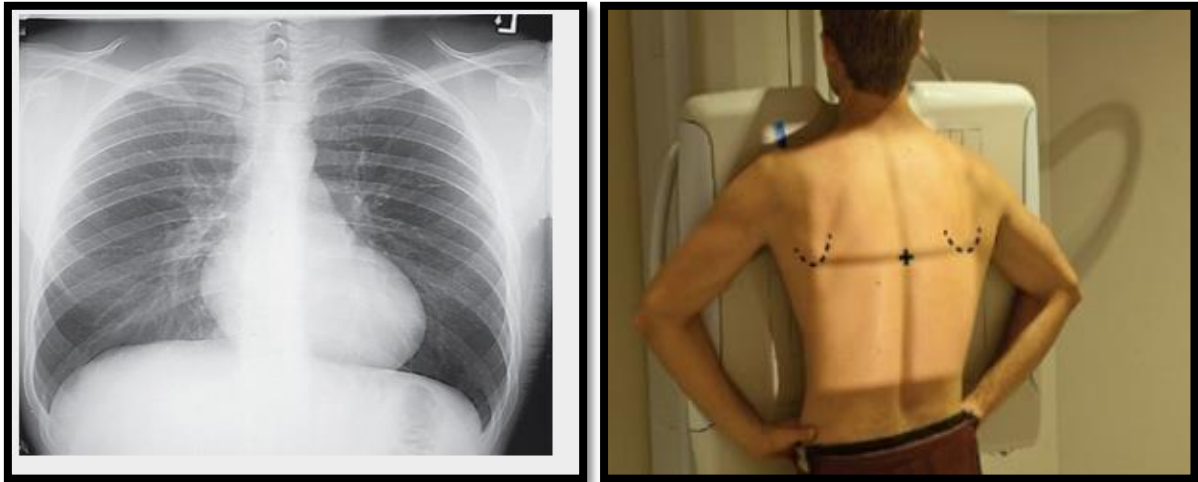
Figura 13: mediastino  
Fonte Bontrager (2015)

### 2.5.1 FATORES RADIOGRÁFICOS USADOS NA RADIOGRAFIA DO TÓRAX

Segundo Bontrager (2015) a Kilovoltagem (kV) deve ser suficientemente alta para proporcionar um contraste satisfatório, de modo a demonstrar os muitos tons de cinza necessários à visualização das tramas pulmonares mais delicadas. Portanto, a radiografia de tórax usa baixo contraste, descrito como um contraste de longa escala com muitos tons de cinza. A Figura 14a mostra a radiografia de tórax em pósterio-anterior (PA) realizada com técnica de alto kV (125 kV) e a Figura 14b mostra o posicionamento do paciente durante o exame em respiração profunda e prendendo a respiração na hora do disparo dos raios X. Segundo o Colégio Americano de Radiologia (1990-1993) propõe-se uma técnica de 120 a 150 kV, e a Comissão das Comunidades Europeias (1990) elenca técnica de 100 a 150 kV. Na seleção do produto do tempo de exposição e corrente (miliampere por segundo-mAs) geralmente, para as radiografias de tórax é necessário o uso de uma corrente (mA) alta (300 mA) e de tempos de exposição (segundos s) curtos para reduzir a chance de movimentação do paciente com a resultante perda da nitidez. Um valor de mAs



suficiente deve ser empregado para oferecer uma densidade ideal dos pulmões e das estruturas mediastinais. Um fator determinante para tal, nas radiografias de tórax em PA, é ser capaz de ver, pelo menos, contornos sutis das vértebras médias e superiores e das costelas posteriores através da sombra do coração e de outras estruturas mediastinais.



(a)

(b)

Figura 14: a - Radiografia de tórax PA. b - Posicionamento do paciente.

Fonte Bontrager (2015)

## 2.5.2 NÍVEIS DE REFERÊNCIA EM DIAGNÓSTICO PARA O TÓRAX EM PA

O conceito de doses de referência ou níveis de referência de diagnóstico' (DRL) foi introduzido pela Comissão Internacional de Proteção contra Radiação (ICRP) na década de 1990. DRLs são definidos como níveis de dose de entrada do paciente para exames típicos para grupos de pacientes de tamanho padrão ou Phantom padrão. (ICRP 21 1991)

No Brasil, a IN Nº. 90/21 da ANVISA anexo A estabelece níveis de referência de radiodiagnóstico para alguns dos procedimentos radiológicos em termos de DEP, e a RDC 611/22 da ANVISA exige que todo serviço de radiodiagnóstico implante, um Programa de Garantia de Qualidade. Os níveis de referência de radiodiagnóstico por radiografia para paciente adulto típico (peso entre 60 kg e 75 kg e altura entre 1,60 m e 1,75 m), no Brasil para radiografia de tórax em PA é da ordem de 0,4 mGy de DEP. De acordo com a AAPM REPORT Nº 31 (1990) a espessura padronizada para medir exposições a raios X diagnósticos utilizado em Phantom é de 23 cm para estudo do tórax em PA.

## CAPITULO III

### 3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os equipamentos utilizados, os métodos para a seleção da amostra, cálculos utilizados para a dose no paciente, análise estatística, análise da qualidade da imagem e aspectos éticos

#### 3.1 EQUIPAMENTOS DO SETOR DE RADIOLOGIA

Para obter as imagens radiográficas, foram utilizados neste estudo um aparelho de Raios X marca VMI modelo Pulsar Plus 500 S figura 15a e 15b, um digitalizador de imagem marca DIGIRAY modelo FIRE CR SPARK figura 16a. A aquisição da imagem foi feita usando dois cassetes de 35 cm x 43 cm da marca DIGIRAY com placa de fósforo foto-estimulável figura 16b.

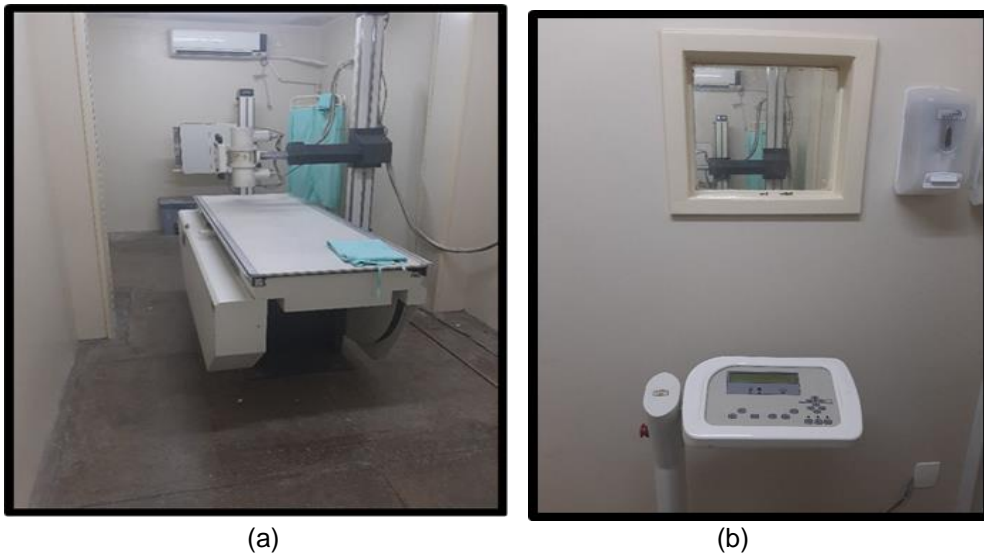


Figura 15: a - Aparelho de raios X. b - Comando de raios X.

Fonte autor (2021)

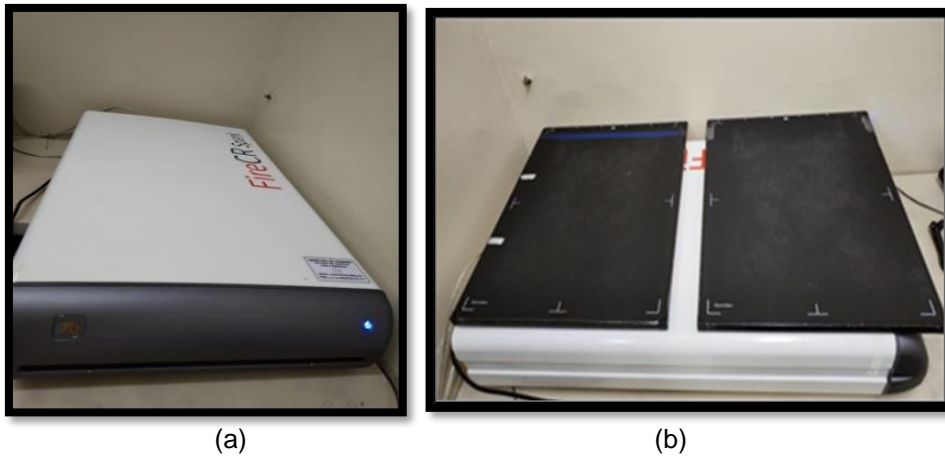


Figura 16: a - Digitalizador. b - Cassetes  
Fonte autor (2021)

### 3.2 EQUIPAMENTOS DE MEDIDAS

Para realizar os testes de controle de qualidade foi usado um detector de estado sólido modelo Piranha Black da marca RTI. Este detector tem a característica de em uma única exposição, medir a tensão do tubo, tempo de exposição, kerma no ar, taxa de dose do kerma no ar, camada semi-redutora e filtração total figura 17a. Para medidas do tamanho do campo, alinhamento do feixe e resolução espacial da imagem foi utilizado um fantoma RF-FTRX da marca KONEX figura 17b

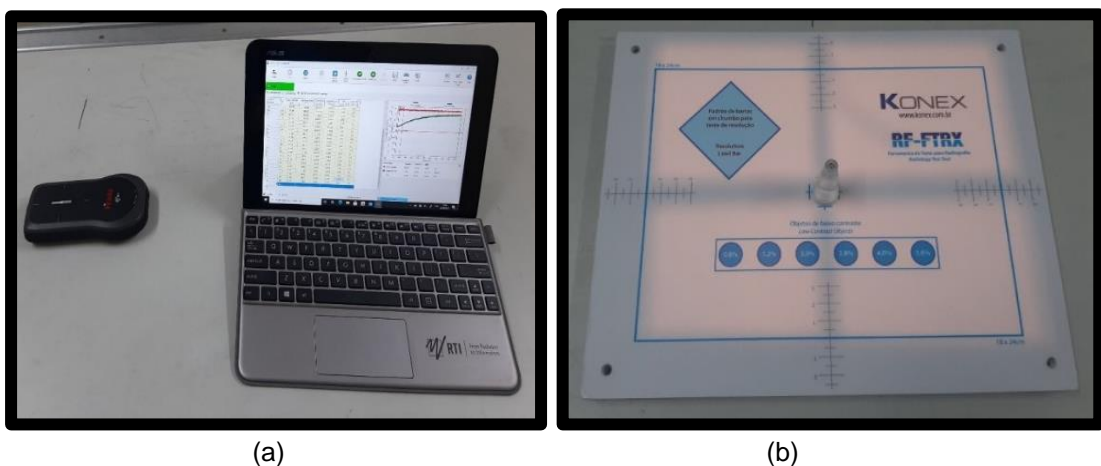


Figura 17: a - Detector solido piranha Black b - Fantoma RF-FTRX  
Fonte: O autor (2021)

### **3.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA (PACIENTES)**

A amostra selecionada para o estudo foi de 150 pacientes entre o sexo masculino e feminino. Foram selecionados para o estudo, apenas pacientes com solicitação médica para os exames de Tórax. Os pacientes foram selecionados com faixa de peso de 60 a 75 kg e faixa de estatura de 160 a 175 cm. Foram coletados dados relativos do paciente como: sexo, idade, peso, altura e espessura da região de estudo e da técnica radiográfica utilizada no exame. Critério de inclusão: Foram incluídos os casos para o estudo, apenas pacientes com solicitação médica para os exames de tórax e compatíveis com o biotipo de estatura e peso corporal de acordo com as referências da IN 90/21. Critério de exclusão: Foram excluídos os pacientes que não são compatíveis com o biotipo de estatura e peso corporal e os que sofreram algum tipo de cirurgia na região do estudo.

### **3.4 FATORES RADIOGRAFICOS DA AMOSTRA**

Dentro do escopo deste estudo o plantão de segunda feira utilizou fatores de 100 kV com 5 mAs a 10 mAs, corrente de 300 mA, distância foco filme (DFF) de 180 cm. Os plantões de terça-feira, quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira utilizaram fatores radiográficos variados e a mesma DFF. Os fatores radiográficos de cada plantão foram comparados com o plantão de segunda feira. A DEP e a qualidade da imagem também foram comparadas sempre usando como padrão o plantão de segunda feira.

### **3.5 CÁLCULO DA DOSE DE ENTRADA NA PELE**

No estudo radiológico de tórax foram utilizados os fatores radiográficos (kV, mAs, distância foco filme e espessura da região a ser radiografada) anotados de cada paciente nas incidências PA para calcular o Kerma no ar de entrada. Foi determinado o rendimento do tubo (R) a 100 cm de distância do foco para cada tensão (kV) aplicada

nas incidências. Em seguida foi realizado o cálculo do Kerma no ar de entrada para cada incidência em função do mAs e da distância foco-paciente (equação 5). O valor obtido do Kerma no ar foi multiplicado pelo fator de retro espalhamento (BSF) para esta região resultando em DEP (Equação 6). De acordo com a tabela encontrada no ICRU 2005, o fator de retro espalhamento para a região do tórax é de 40%.

$$K_{ar} = R \times \text{mAs} \times \frac{100^2}{DFP^2} \quad (5)$$

Onde:

$K_{ar}$ : Kerma no ar,

R: rendimento do tubo,

mAs: miliampere por segundo

DFP: distância foco-paciente

$$DEP = K_{ar} \times BSF \quad (6)$$

Onde:

DEP: dose de entrada na pele

$K_{ar}$ : Kerma no ar

BSF: fator de retro espalhamento

### 3.6 ANÁLISE DA IMAGEM

Neste estudo foi analisada a qualidade da imagem do tórax através da avaliação dos critérios de qualidade da imagem (Anexo C) elaborados a partir dos critérios de qualidade publicados no Guia Europeu de Critério de Qualidade em radiologia diagnóstica e adaptados do Bontrager 2015.

Foram analisados critérios relativos à orientação técnica, posicionamento, qualidade da imagem e se a radiografia é satisfatória para o laudo. A tabela 1 mostra os critérios utilizados para avaliar as imagens de tórax em PA.

Para avaliar a qualidade das imagens, três radiologistas especialistas (observadores), com no mínimo cinco anos de experiência em raios X diagnóstico colaboraram com o estudo e realizaram as análises com base no cumprimento dos critérios de qualidade de imagem de forma subjetiva.

Durante a análise dos critérios de qualidade das imagens, o observador respondeu “sim” ou “não” em relação ao cumprimento do critério. Recebendo um ponto para o

“sim” e zero para o “não”. O observador também respondeu o grau de satisfação com respeito a qualidade do critério avaliado. Foi determinado os seguintes graus de satisfação: 1. Péssimo, 2. Ruim, 3. Regular, 4. Bom, 5. Ótimo.

Tabela 1: Critérios de qualidade da imagem para radiografia de tórax PA

<b>Critério de qualidade</b>
<b>A. ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>
1- Executada em inspiração profunda (dez arcos posteriores) e apneia.
<b>B- POSICIONAMENTO</b>
2 - Reprodução simétrica do tórax sem rotação.
3 - Borda medial das escapulas fora dos campos pulmonares.
<b>C-QUALIDADE DA IMAGEM</b>
4 - Reprodução de todo o gradil costal acima do diafragma.
5 - Reprodução nítida da vascularização pulmonar.
6 - Reprodução nítida da traqueia e parte proximal dos brônquios.
7 - Reprodução nítida dos diafragmas e seios costofrênicos.
8 - Reprodução nítida do coração e aorta.
9 - Visualização da parte retro cardíaca dos pulmões e mediastino.
10 - Visualização da coluna através da sombra cardíaca.

### 3.7 AVALIAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE RAIOS X

Os testes de desempenho e aceitação de equipamentos estão estabelecidos na legislação vigente no país, tendo em vista a RDC 611/22 publicada pela ANVISA e a IN N° 90/21. Inicialmente, foram realizados os testes de controle de qualidade nos equipamentos de raios X usados no estudo (Anexo A). A proteção radiológica foi avaliada segundo a RDC N°. 611/22 e os resultados dos testes foram comparados com os valores aceitáveis estabelecidos pela IN N°.90/21. Estes testes foram realizados antes do início da coleta de dados e não foi necessário ajustes nos equipamentos antes de iniciar o estudo com pacientes. O Serviço de radiologia receberá o relatório (Anexo A) com os resultados e advertências em relação as não conformidades, quando for o caso.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### 3.8.1 TAMANHO DA AMOSTRA PARA AVALIAÇÃO DA DOSE E QUALIDADE DA IMAGEM.

Esta amostra foi de um estudo descritivo, quantitativo do tipo pareado. A maior parte dos testes bioestatísticos pressupõe que a amostra estudada seja probabilisticamente representativa da população, as fórmulas para cálculo do tamanho amostral pressupõem populações de tamanho ilimitado. Uma situação especial ocorre quando se estudam populações restritas (<10000 indivíduos), já que, nesses casos, cada unidade amostrada representa uma significativa fração do universo amostral finito (Miot HA.2011). Para calcular o tamanho da amostra (equação 7) vamos considerar a variável: média de pacientes que realizaram exames de tórax PA no serviço de radiologia entre os meses de janeiro a maio 2021 (917 pacientes). Para um nível de 95% teremos o grau de confiança desejado, usualmente: 1,96 (95%) erro padrão, usualmente:  $\pm 5\%$ ;  $\delta$  - desvio padrão populacional da variável N - tamanho da população (finita). Aplicando estes valores na equação 7 o resultado encontrado para o tamanho da amostra foi de 65 imagens de tórax em PA. Como este estudo se propõe a comparar os resultados obtidos entre os plantões, optou-se em obter no mínimo 30 imagens por plantão afim de obter um valor estatístico confiável na comparação da DEP e de qualidade da imagem.

$$n = \frac{n \cdot \delta^2 \cdot \left(\frac{Z\alpha}{2}\right)^2}{(N-1) \cdot (E)^2 + \delta^2 \cdot \left(\frac{Z\alpha}{2}\right)^2} \quad (7)$$

Onde:

n – Tamanho da amostra,

$Z\alpha/2$  – valor crítico para o grau de confiança desejado, usualmente: 1,96 (95%),

$\delta$  – Desvio padrão populacional da variável,

E – Erro padrão, usualmente:  $\pm 5\%$  da proporção dos casos (precisão absoluta), ou  $\pm 5\%$  da média ( $1,05 \times$  média)

N – Tamanho da população (finita).

### 3.8.2 COMPARAÇÃO DAS AMOSTRAS ENTRE OS PLANTÕES

Na avaliação estatística, a análise de variância foi usada para determinar a significância estatística (valor  $p$ ). Um valor de  $p$  maior do que 0,05 indica uma não significância estatística. Desta forma, o teste t de *Student* foi aplicado para avaliar a diferença estatística entre os plantões em relação a dose de entrada na pele (DEP), qualidade da imagem, técnica radiográfica e fatores físicos do paciente.

Para avaliar se ocorreu diferença estatisticamente significativa da qualidade das imagens produzidas entre os plantões, a soma total de pontos (grau de satisfação do observador da imagem) alcançada em cada imagem foi comparada.

### 3.9 ASPECTOS ÉTICOS

Cada paciente que participou do estudo foi informado, antes de realizar o exame radiográfico, sobre os objetivos da pesquisa. Em seguida, foi solicitado o seu consentimento para o uso das informações sobre a técnica radiográfica empregada no exame, altura, peso, espessura do tórax e a idade. Após sanar todas as dúvidas, o paciente assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, TCLE (Anexo B) e recebeu uma cópia com o contato do responsável pela pesquisa, para o caso de necessidade de esclarecimentos futuros.

Por se tratar de um estudo experimental do tipo descritivo de uma pesquisa envolvendo seres humanos, as imagens digitais foram avaliadas por radiologistas e será mantido o sigilo quanto a identificação individual, sendo indispensável o cumprimento das determinações éticas da resolução CNS Nº 466/2012 a elaboração de termos de consentimento livre esclarecido, TCLE. (Anexo B). Este estudo foi autorizado pelo parecer consubstanciado do CEP No 4.885.555.



## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões apresentados neste capítulo representam a análise dos pacientes, fatores radiográficos, dosimetria e o análise da qualidade da imagem da amostra.

#### 4.1 PACIENTES

A amostra foi composta de 30 pacientes em cada plantão com um total de 150 pacientes para o estudo sendo 76 pacientes do sexo feminino e 74 do sexo masculino. A média de idade da amostra foi de  $54,3 \pm 16,8$  anos, sendo a do sexo feminino  $52,6 \pm 16,5$  anos e do sexo masculino  $56,1 \pm 17$  anos. A média de peso e altura da amostra foi de  $68,9 \pm 5,2$  kg e  $168 \pm 5$  cm sendo a dos homens  $70,4 \pm 4,7$  kg e  $171 \pm 4$  cm e mulheres  $67,5 \pm 5,4$  kg e  $164 \pm 4$  cm respectivamente.

Na amostra de 150 pacientes com idade mínima de 18 anos e máxima de 91 anos, pode ser observado na Tabela 2 o número de pacientes por faixa de idade em cada plantão, o total por faixa de idade e o percentual.

Tabela 2 Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de idade.

Faixa de Idade	Plantão					N	
	2a	3a	4 <sup>a</sup>	5a	6a	Total	%
18-38	6	3	6	3	6	24	16,0
39-59	10	14	9	15	14	62	41,3
60-91	14	13	15	12	10	64	42,7

Observa-se que idades entre 18 e 38 anos representou 16% dos pacientes radiografados. Notou-se que as faixas de idade de 39 a 59 anos e 60 a 91 anos tiveram percentagem bem próximas sendo 41,3% e 42,7% respectivamente. O Gráfico 1 demonstra a distribuição do número de pacientes analisado por faixa de idade em cada plantão.

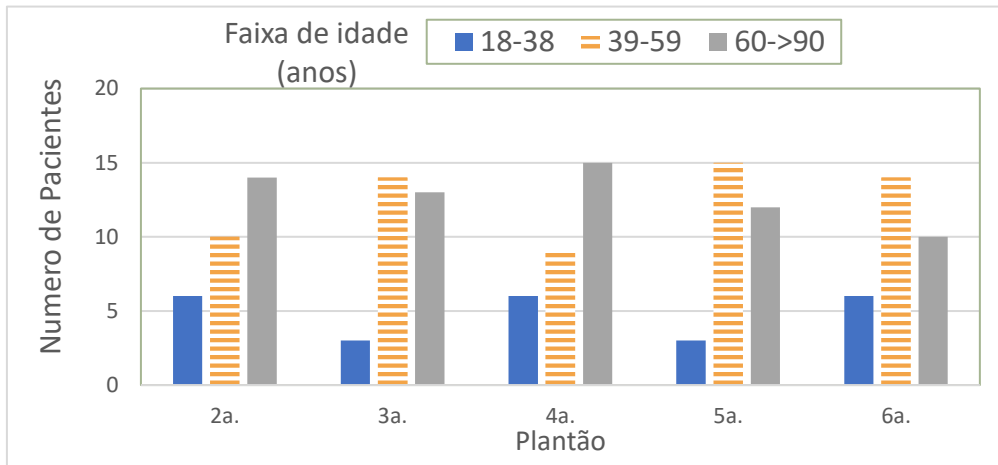


Gráfico 1 - Número de pacientes por faixa de idade em cada plantão.

Observa-se que em todos os plantões a faixa de idade entre 18 a 38 anos foi a de menor número de pacientes. Nota-se que pacientes com idades de 39-59 anos e acima de 60 anos foram que mais tiveram atendimento.

Na amostra de 150 pacientes avaliados participaram desse estudo, pacientes com peso mínimo de 60 kg e máximo 75 Kg, média de 68,9 kg e desvio padrão de  $\pm 5,2$ . A Tabela 3 apresenta o número de pacientes nas faixas de peso entre 60 e 65 kg, 66 e 70 kg e 71 e 75 kg por plantão de segunda a sexta feira.

Tabela 3. Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de peso.

Faixa de Peso (kg)	Plantão					N	
	2a	3a	4 <sup>a</sup>	5a	6a	Total	%
60-65	8	7	12	7	8	42	28,0
66-70	8	12	9	9	6	44	29,3
71-75	14	11	9	14	16	64	42,7

Observou-se que 28% dos pacientes tem peso dentro da faixa de 60 a 65 kg, sendo que 29,3% dos pacientes se encontram na faixa de 66 a 70 kg e 42,7% dos pacientes dentro da faixa de 71 a 75 kg.

O Gráfico 2 Demonstra a distribuição do número de pacientes por faixas de peso obtidos em cada plantão.

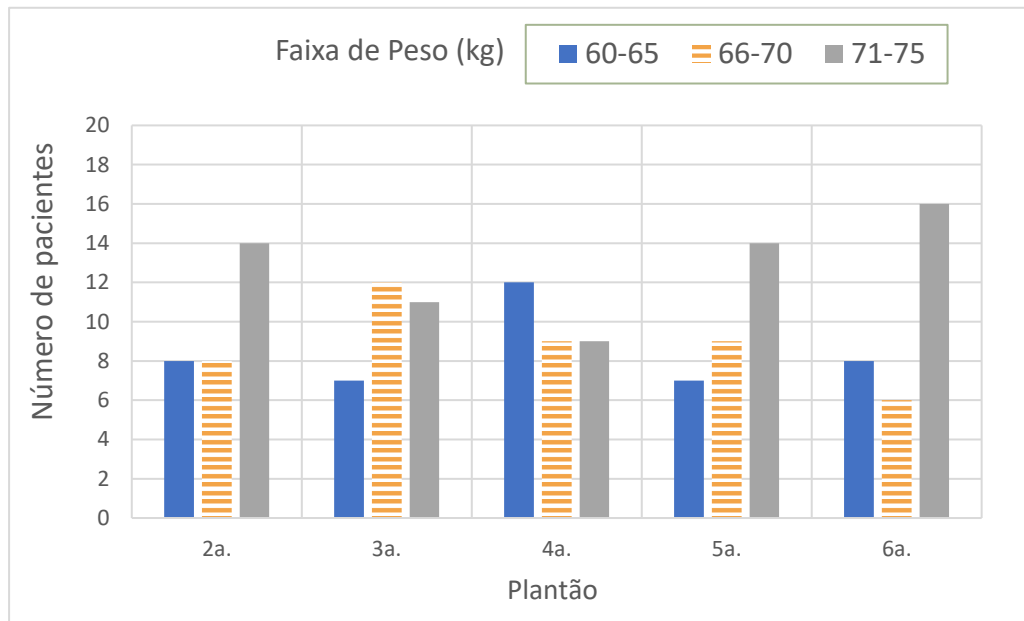


Gráfico 2 - Número de pacientes por faixa de peso em cada plantão.

Observa-se no gráfico 2 que nos plantões de segunda, quinta e sexta feira, a maior parte dos pacientes estão na faixa de peso de 71 a 75 kg. Diferentemente, no plantão de terça feira a maior parte dos pacientes estão na faixa de peso de 66 a 70 kg e na quarta-feira a maior parte dos pacientes estão na faixa de peso de 60 a 65 kg.

A média geral do peso dos 150 pacientes do estudo foi de  $68,9 \pm 5,2$  kg. A IN N° 90/2021 ANVISA estabeleceu que o humano adulto típico tenha peso entre 60 kg e 75 kg e altura 175 cm. Na comparação do peso dos pacientes examinados entre os plantões observou-se que não há diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), o que sugere rejeitar a influência do peso em relação a DEP obtida entre os plantões.

Na amostra de 150 pacientes foram avaliados pacientes com altura mínima de 160 cm e máxima 175 cm com média de  $168 \pm 5$  cm. A Tabela 4 apresenta o número de pacientes por faixa de altura em cada plantão e o número total e percentual de pacientes por faixa de altura.

Tabela 4 Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de altura.

Faixa de Altura (cm)	Plantão					N	
	2a	3a	4ª	5a	6a	Total	%
<161	3	6	4	3	7	23	15,3
161-170	18	17	17	19	9	80	53,3
>170	9	7	9	8	14	47	31,3

Nota-se que a faixa de altura de 161 cm a 170 cm tem o maior percentual de pacientes (53,3%), pacientes maiores que 170 cm representam 31,3% e 15,3% da amostra representa pacientes com altura menor que 161 cm. A média da altura entre os plantões variou entre  $167\pm 5$  cm e  $169\pm 6$  cm respectivamente.

O Gráfico 3 demonstra a distribuição do número de pacientes por faixa de altura analisados em cada plantão.

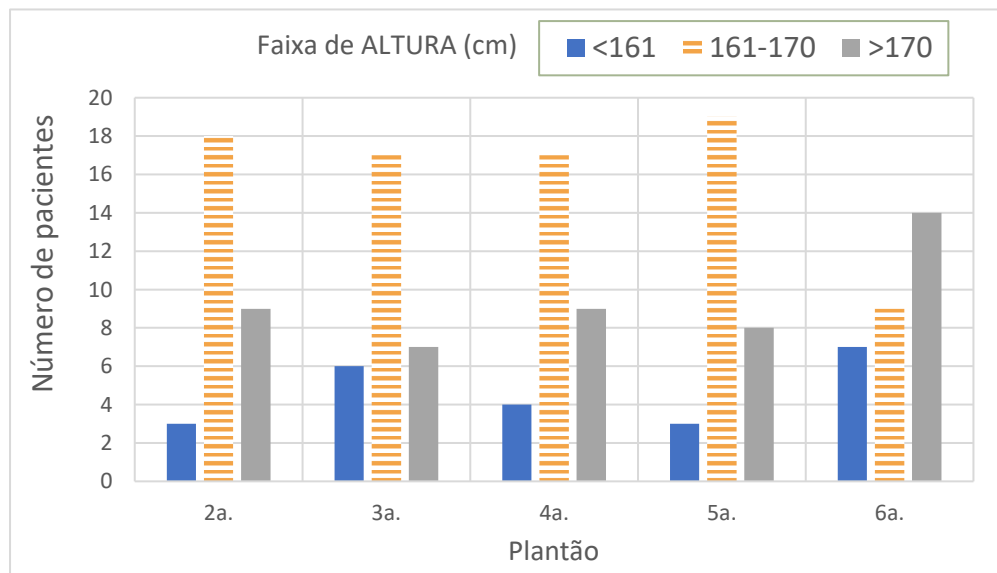


Gráfico 3 – Número de pacientes por faixa de altura em cada plantão.

Com exceção do plantão de sexta feira, observa-se que em todos os outros plantões é maior a tendência de pacientes com altura entre 161 cm e 170 cm. Em contrapartida,

nota-se que o oposto ocorreu em relação à altura menor que 161 cm, isto é, o plantão de sexta feira foi o que mais realizou exames em pacientes com esta faixa de estatura.

A média da altura dos pacientes da amostra foi de  $168 \pm 5$  cm, sendo compatíveis com o biótipo de estatura corporal estabelecido pelas referências da IN N° 90/2021 ANVISA. Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), entre os plantões na altura dos pacientes selecionados, o que preconiza a não influência da altura em relação à DEP entre os plantões.

Na amostra de 150 pacientes foram avaliados pacientes com espessura mínima de 17 cm e máxima 30 cm com média de  $23,6 \pm 1,62$  cm. A Tabela 5 apresenta o número de pacientes por faixa de espessura do tórax em PA (pósterio-anterior) em cada plantão, o total de pacientes por espessura e o percentual.

Tabela 5 Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de espessura do tórax PA.

Faixa de Espessura (cm)	Plantão					N	
	2a	3 <sup>a</sup>	4a	5a	6a	Total	%
<23	9	7	3	1	1	21	14,0
23-25	18	21	24	25	28	116	77,3
26-28	2	2	3	2	1	10	6,7
29-31	1	0	0	2	0	3	2,0

Observa-se que pacientes na faixa de espessura entre 23 e 25 cm representaram 77,3% do total da amostra. Notou-se que pacientes com espessura maior de 29 cm representou apenas 2% e menor que 23 cm 14% da amostra. A média da espessura variou entre  $23,3 \pm 2,3$  cm e  $24 \pm 1,6$  cm respectivamente.

O Gráfico 4 demonstra o número de pacientes por faixa de espessura do tórax em PA medidos nos pacientes examinados em cada plantão.

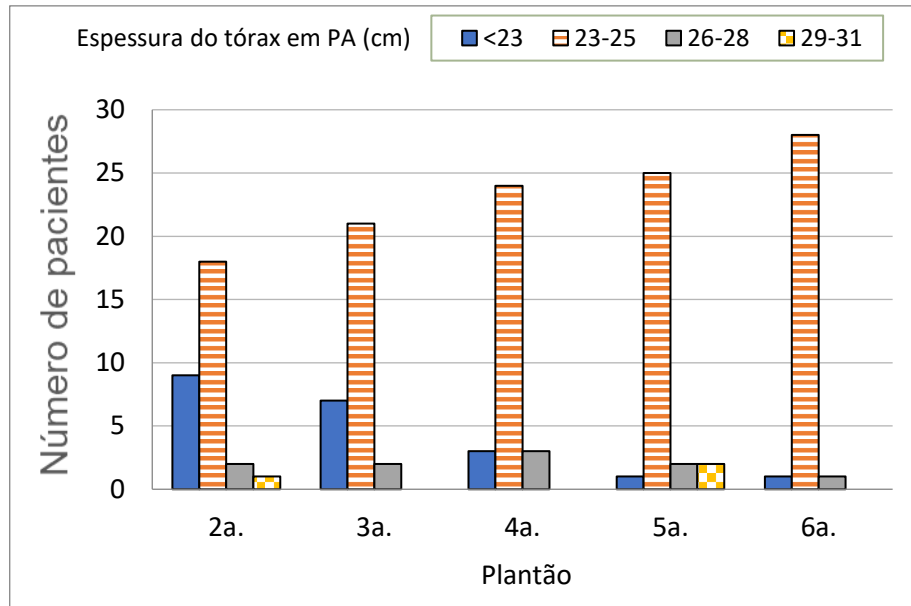


Gráfico 4 – Número de pacientes por faixa de espessura do tórax PA em cada plantão

Percebe-se que pacientes com espessura entre 23 a 25 cm representaram a maior demanda na amostra entre os plantões. Observa-se que espessura menor que 23 cm, obteve a segunda maior demanda de atendimento na amostra e as espessuras de 26 a 28 cm e 29 a 31 cm representaram uma faixa muito baixa em todos os plantões dos pacientes mensurados na amostra.

A média geral da espessura do tórax PA ( $23,6 \pm 1,6$  cm) ficou próxima à espessura utilizada em estudos com phantom em dosimetria do tórax em PA (AAPM REPORT Nº 31 (1990)). Na análise das espessuras do tórax em PA dos pacientes foi observado que não ocorreu diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os plantões. O que sugere descartar que a diferença da DEP entre os plantões tenha sofrido alguma influência devido a espessura.

## 4.2 TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS

Na amostra de 150 pacientes o produto da corrente com o tempo de exposição (mAs) utilizado nas exposições dos pacientes para exames de tórax PA variaram de 5 mAs a 37 mAs e média de  $10,7 \pm 4,3$  mAs entre os plantões.

A Tabela 6 apresenta o número de pacientes por faixa de mAs entre os plantões, o número total por faixa de mAs e sua percentagem

Tabela 6 - Números de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de mAs no exame de tórax em PA.

Faixa do produto corrente tempo (mAs)	Plantão					N	
	2a	3 <sup>a</sup>	4a	5a	6a	Total	%
5 - 10	30	24	20	10	2	86	57,3
11 - 15	0	6	7	19	24	56	37,3
16-20	0	0	0	1	4	5	3,3
21-37	0	0	3	0	0	3	2,0

Observa-se que em 57,3% dos pacientes foi utilizado técnica com o produto da corrente com o tempo entre 5 e 10 mAs. A faixa de 11 e 15 mAs representou 37,3% da amostra, notou-se que 3,3% e 2,0% dos pacientes foram submetidos a um fator radiográfico entre 16 e 20 mAs e 21 e 37 mAs respectivamente. A menor média foi 7,5 mAs utilizado no plantão de segunda-feira e a maior foi 14 mAs utilizada no plantão de sexta feira. O Gráfico 5 demonstra o número de pacientes por faixa de mAs utilizado no tórax em PA dos pacientes examinados em cada plantão.

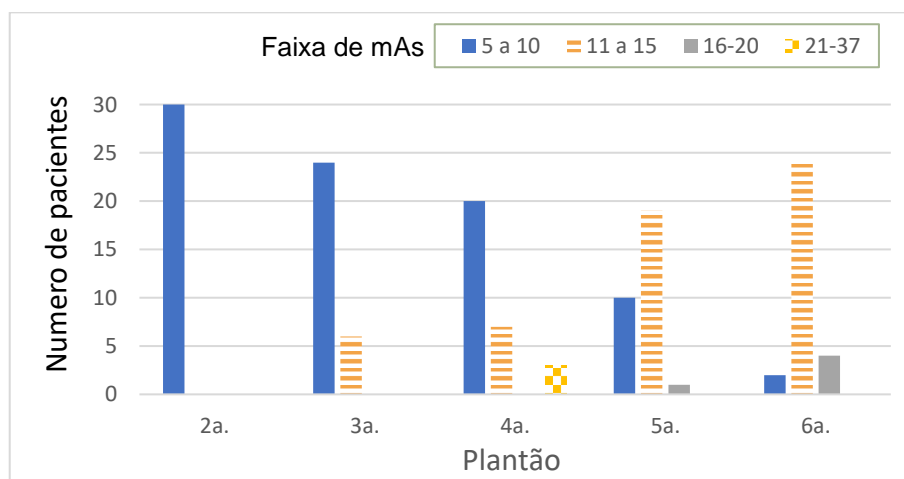


Gráfico 5 – Número de pacientes por faixa de mAs em cada plantão.

Percebe-se que o fator radiográfico entre 5 a 15 mAs foram predominantes em todos os plantões. Observa-se que os fatores radiográficos de 16 a 37 mAs foram pouco utilizados entre os plantões. A média geral do produto da corrente com o tempo (mAs) foi de  $10,7 \pm 4,3$  mAs. Em 57,3% dos pacientes foram utilizadas técnicas entre 5 e 10 mAs. O plantão de 2ª feira obteve a menor média ( $7,5 \pm 2,5$  mAs) e o plantão de 6ª feira obteve a maior média ( $14,0 \pm 2,0$  mAs). A comparação entre as médias do mAs entre o plantão de 2ª feira com os outros plantões mostrou que somente não ocorreu diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) com o plantão de 3ª feira.

Na amostra de 150 pacientes foram utilizadas técnicas radiografias kilovoltagem (kV) entre 74 kV e 117 kV entre os plantões aplicados nos pacientes no tórax em PA. A Tabela 7 apresenta o número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de kV no exame de tórax em PA.

Tabela 7 Números de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de KV no exame de tórax em PA

Faixa de Tensão (kV)	Plantão					N	
	2a	3ª	4a	5a	6a	Total	%
74-84	0	3	5	0	2	10	6,7
85-95	0	15	14	20	16	65	43,3
96-99	0	3	3	3	3	12	8,0
100-117	30	9	8	7	9	63	42,0

Observa-se que em 43,3% dos exames foi utilizada técnica com tensão entre 85 a 95 kV, e em 42,0% usaram técnica acima de 100 kV. A utilização da tensão dentro da faixa de 74 a 84 kV representou 6,7%. Notou-se que 8% dos pacientes foram submetidos a um fator radiográfico entre 96 a 99 kV. A menor média de técnica radiográfica foi 91,6 kV utilizada no plantão de quarta-feira e a maior média foi 100 kV utilizada no plantão de segunda-feira.



O Gráfico 6 demonstra o número de pacientes por faixa de tensão (kV) utilizada no tórax em PA dos pacientes examinados em cada plantão

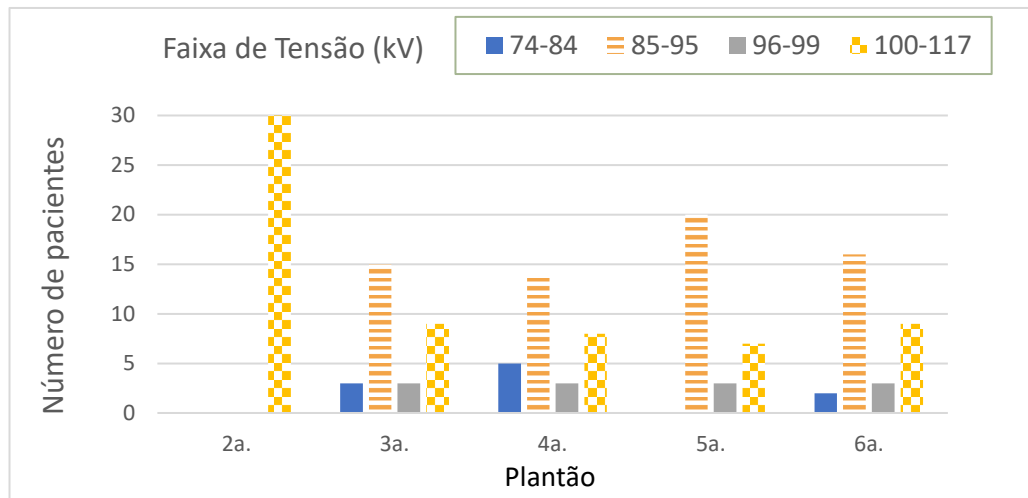


Gráfico 6 - Número de pacientes por faixa de kV em cada plantão.

Percebe-se que o fator radiográfico de 100 kV a 117 kV e 85 kV a 95 kV foram os mais utilizados entre os plantões. Observa-se as técnicas de 74 kV a 84 kV e 96 kV a 99 kV foram pouco utilizadas entre os plantões.

Analisando a tensão (kV) utilizada nos exames, foi observado que há diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o plantão de 2ª feira com todos os outros plantões. A menor média da tensão aplicada nos exames de tórax PA foi no plantão de 4ª feira ( $91,6 \pm 8,5$  kV) e a maior média foi no plantão de 2ª feira (100 kV).

A princípio a determinação do kV no momento de realizar o exame era calculado em função da constante (K) do equipamento e da espessura do paciente. E obtinha-se a quilovoltagem através da fórmula:  $kV = 2 \times e + k$ . Onde: e = espessura da região a ser radiografada K = constante do equipamento de raios X. Que na maioria dos aparelhos o valor era 30 (Boisson 2013).

Como observado, nesse estudo foi utilizado diferentes valores de kV entre os plantões e considerando que não houve diferença estatisticamente na espessura entre os pacientes da amostra, constatou-se que esse procedimento não é mais adotado pelos profissionais desse serviço. Da mesma forma, para estes exames também não foram levados em consideração em relação ao uso de valores de tensão mais alto (125 kV). conforme o guia europeu (CE1996).

Em um estudo de revisão McEntee et al. 2004 mostra que vários autores publicaram que no sistema CR a tensão abaixo de 100 kV tem demonstrado doses baixas, redução da radiação espalhada e por conseguinte qualidade de imagens favoráveis. Foi observado que o rápido desenvolvimento da tecnologia de aquisição digital em radiografia não tem sido acompanhado por informações sobre a técnica radiográfica ideal para uso com sistemas CR. Se analisarmos o guia europeu ele é de 1996 e em sua publicação não cita referências ao sistema CR.

Na publicação ICRP 93 2004 pagina 38 “Gerenciamento de dose do paciente em radiologia digital” cita que Launders et al. (2001) publicou um estudo onde o kVp ideal para radiografia de tórax, usando um sistema de radiografia digital baseado em selênio, está na faixa de 90-110 kVp.

### 4.3 DOSIMETRIA

Na amostra de 150 pacientes foram aplicadas dose de entrada na pele que variaram desde 0,11 mGy a 0,72 mGy média de 0,28  $\pm$ 0,12 mGy. A Tabela 8 apresenta o número de pacientes por faixa de dose entre os plantões, o número total por faixa de dose e sua porcentagem.

Tabela 8 - Número de pacientes por plantão, número total e percentual por faixa de dose de entrada na pele (mGy) no exame de tórax em PA.

Faixa de DEP (mGy)	Plantão					N	
	2a	3 <sup>a</sup>	4a	5a	6a	Total	%
<0,25	16	24	16	10	2	68	45,3
0,26-0,40	14	1	11	18	18	62	41,3
0,41-0,55	0	4	2	2	7	15	10,0
0,56-0,72	0	1	1	0	3	5	3,3

Observa-se que 45,3% dos pacientes receberam DEP menores que 0,25 mGy. Notou-se que a faixa de DEP de 0,26 mGy a 0,40 mGy representou 41,3 % dos pacientes da amostra e 13,3% dos pacientes da amostra receberam doses entre 0,41 a 0,72 mGy.

O Gráfico 7 demonstra a distribuição do número de pacientes por faixa de dose de entrada na pele em exames de tórax em PA dos pacientes examinados entre os plantões.

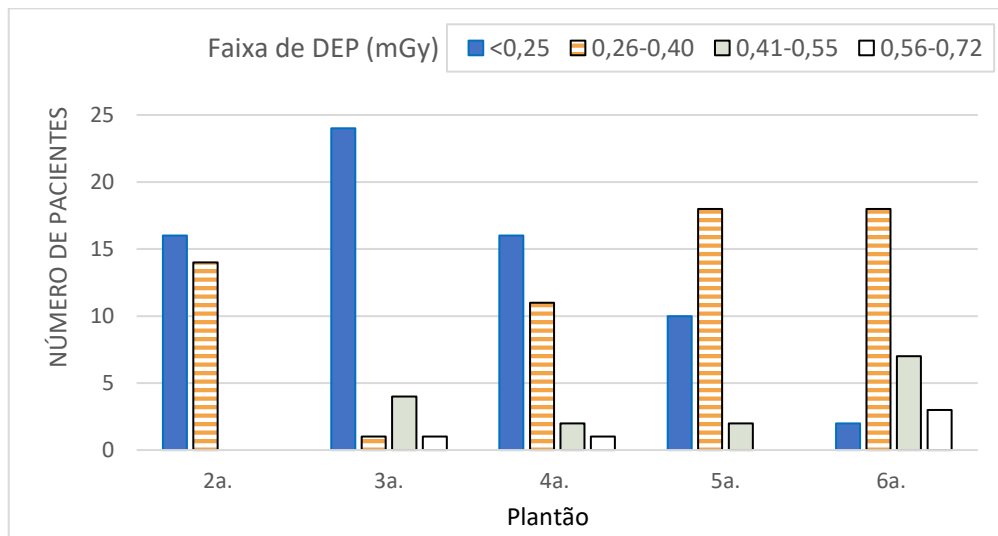


Gráfico 7 - Número de pacientes por faixa de DEP em cada plantão.

No resultado da amostra, percebe-se que doses menores que 0,25 mGy foram maioria entre os plantões de segunda-feira, terça-feira e quarta-feira já na faixa de 0,26 mGy a 0,40 mGy a DEP foi maior entre os plantões de segunda, quarta, quinta e sexta feira. O plantão de sexta feira foi o que mais teve pacientes (3) submetidos a doses superiores a 0,40 mGy. A média da DEP aplicada nos exames de tórax PA nos 150 pacientes neste estudo foi 0,28 mGy. A DEP de referência determinada pela IN Nº 90/2021 ANVISA para pacientes em exames de tórax em PA é 0,40 mGy. Foi observado que em 13,3% dos pacientes da amostra a DEP aplicada nos exames foi superior a referência. O plantão de 6ª feira expôs 33% dos pacientes acima deste valor, o de 3ª feira 16%. Por outro lado, no plantão de 2ª feira todos os pacientes receberam dose dentro do valor de referência. Na comparação entre as médias da DEP entre o plantão de 2ª feira com todos os outros plantões analisados observou-se que há diferença estatisticamente significativa entre eles ( $p < 0,05$ ) exceto com o

plantão de 3ª feira. As diferenças estatísticas entre os plantões em relação a DEP foi semelhante as que ocorreram na análise estatística das diferenças do mAs.

O Gráfico 8 mostra os valores médios de tensão (kV) e mAs aplicados nos exames de tórax em PA dos pacientes examinados em cada plantão e os respectivos valores médios de DEP (mGy) obtidos.

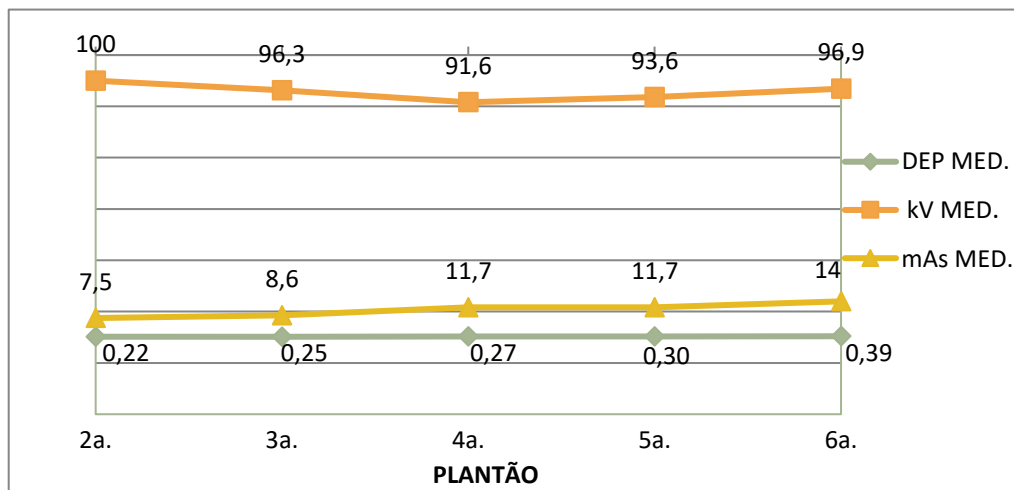


Gráfico 8: Valores médios de DEP (mGy), Tensão (kV) e mAs aplicados nos exames de tórax PA dos pacientes em cada plantão.

Na análise dos valores médios de tensão aplicada (kV), mAs e DEP (mGy), observou-se que no plantão de 2ª feira foi usado o maior kV e o menor mAs e o oposto ocorreu no plantão de 6ª Feira. A média do kV variou 3% entre esses plantões e a média de mAs variou 86%. Portanto, as menores DEP foram ministradas nos pacientes do plantão de 2ª feira e a maior no de 6ª feira, com uma diferença de DEP entorno de 78% entre esses dois plantões.

Tabela 9 Resumo das características dos pacientes, parâmetros técnicos utilizados para tórax em PA neste estudo e em outros estudos.

Dados do paciente	ESTUDOS			
	Este estudo	Soo-Fon, Moey et. al.2017	Hart et al. 2010	Asadinezhad & Toossi,2008
<b>Nº de pacientes</b>	150	60	-	-
<b>Peso (kg)</b>	69,6 (60-75)	68,27 (60-80)	70 (49-93)	68 (52-88)
<b>Altura (cm)</b>	168 (60-75)	163 (153-173)	-	-
<b>Espessura (cm)</b>	23,6 (17-30)	25,6 (22,2-29)	-	-
<b>SISTEMA</b>	CR	CR	TF	TF

<b>TÉCNICA RADIOGRÁFICA</b>				
<b>Tensão (kV)</b>	95,7 (74-117)	124.6 (120-125)	88 (62-104)	66 (46-83)
<b>mAs</b>	10,7(5-37)	2.4 (1.9-2.5)	5 (0.3)	18(4-90)
<b>DFF (cm)</b>	180	180	180	180
<b>DEP (mGy)</b>	0,28	0,16	0,15	0,41

Observa-se que no estudo de Moey et al. 2017 a tensão aplicada (kV) foi bem próxima ao requerido pelo guia europeu de critérios de qualidade da imagem (CE1996). Neste estudo, o kV médio ficou aproximadamente 30% abaixo do sugerido pelo guia europeu (CE1996) que estabelece 125 kV.

Nota-se que o fator, mAs no estudo de Moey et al. 2017 foi aproximadamente quatro vezes menor do que o utilizado neste trabalho, proporcionando DEP 75% menor.

Já nos estudos de Hart et.al 2010 e Asadinezhad et. al 2008 a tensão média aplicada foi 42% e 89% respectivamente abaixo do estabelecido pelo guia europeu (CE1996), sendo que ambos estudos foram realizados em sistemas tela filme (TF) e no último estudo devido o uso de tensão baixa e de mAs alto acarretou DEP média acima do valor de referência (AIEA BSS1996/ IN N° 90/2021 ANVISA).

No estudo realizado por Moey et. al. (2017) utilizando detector de imagem CR (tabela 9) em exames de raios X de tórax PA com tensão média de 124,6 kV e média de 2,4 mAs em 60 pacientes, obteve DEP média de 0,16 mGy. Estes valores de técnica radiográfica estavam próximos ao sugerido pelo Guia Europeu de Critério de Qualidade em radiologia diagnóstica (1996). Neste estudo, os valores médios de técnica radiográfica aplicados foram 95,7 kV e 10.7 mAs, com DEP médio de 0,28 mGy, o que demonstra a necessidade de melhorar os protocolos de técnica radiográfica aplicados pelo serviço sem desconsiderar a qualidade da imagem.

#### 4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DA IMAGEM

Neste estudo foi analisada a qualidade da imagem do tórax através da avaliação dos critérios de qualidade da imagem (Anexo C). Na avaliação da qualidade das imagens do tórax em PA dos 150 pacientes da amostra realizada pelos três observadores foram considerados os 10 critérios elaborados a partir dos critérios de qualidade publicados no Guia Europeu de Critério de Qualidade em radiologia diagnóstica e adaptados do Bontrager 2015. Foi observado que ocorreu diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os três observadores, no resultado da análise dos critérios de qualidade das 150 imagens. Como os critérios de qualidade da imagem estão relacionados à interpretação subjetiva dos dados visuais, a diferença na concordância entre os radiologistas pode ser devido ao fato de a interpretação ser baseada na adequação da imagem para o propósito pretendido ou nas percepções ou habilidades dos radiologistas (Moey et. al.2017).

O máximo de pontos por critério é 5. Para 150 imagens o total de pontuação alcançada seria de 450 pontos. Dessa forma, a média de pontos dada pelos três observadores do total de pontuação por critério foi calculada e apresentada no gráfico 9. Pela avaliação dos observadores todas as imagens serviram para o laudo.

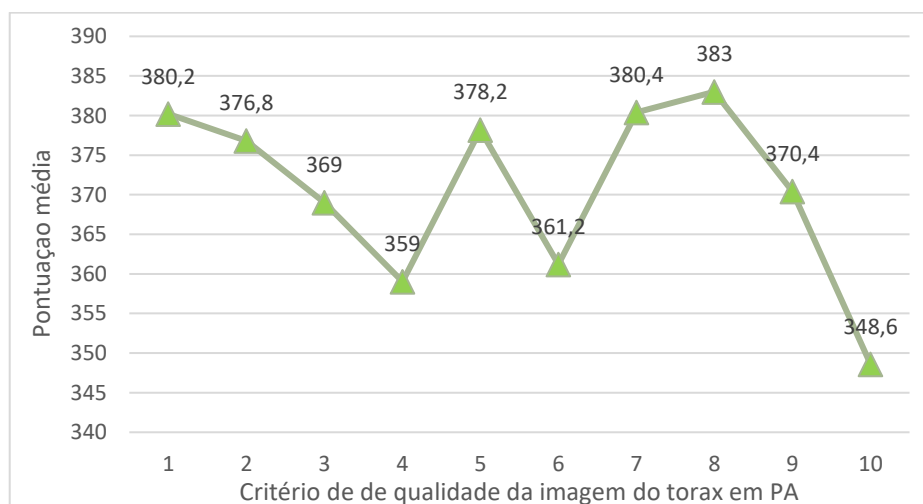


Gráfico 9 - Pontuação média por critério na imagem do tórax em PA.

O critério 10 (Visualização da coluna através da sombra cardíaca.) alcançou a menor média de pontuação geral ( $348,6 \pm 20,1$ ) e o critério 8 (Reprodução nítida do coração

e aorta) a maior ( $383,0 \pm 3,8$ ). Estes critérios são referentes a qualidade da imagem e estão relacionados aos fatores radiográficos e a análise subjetiva de cada observador.

O critério 3 (Borda medial das escapulas fora dos campos pulmonares), que é relativo ao posicionamento do paciente, obteve a menor pontuação (369) nesse quesito. Uma imagem de tórax realizada com mau posicionamento do paciente pode ser visibilizada com a anatomia radiológica normal do tórax distorcida, podendo mascarar lesões ou mesmo criar falsas imagens que simulam alterações patológicas.

A média de pontos por critérios (gráfico 9) alcançados na avaliação das 150 imagens analisada pelos três observadores, observa-se que o critério 8 (Reprodução nítida do coração e aorta) obteve a maior pontuação média ( $383,0 \pm 3,8$ ). Esta pontuação corrobora que para as radiografias de tórax é necessário o uso de uma corrente (mA) alta e de tempos de exposição (segundos) curtos para reduzir a chance de movimentação do paciente e movimento involuntário do coração com a resultante perda da nitidez.

No exame de RX de tórax, nas incidências em PA com fatores radiográficos adequados e boa penetração da radiação, é possível identificar a coluna vertebral apenas nas suas porções mais superiores (torácica 1 - T1 e torácica 3 - T3) sendo o terço inferior da coluna obscurecido pela sombra cardíaca e o abdome superior. Quando identificamos toda a coluna, descrevemos que a imagem está muito penetrada, com dose excessiva de radiação, e, quando não se identifica nenhuma porção da coluna, descrevemos que o exame está pouco penetrado. (Wada DT, Rodrigues JAH et.al.2019). O critério 10 (Visualização da coluna através da sombra cardíaca) alcançou a menor média de pontuação geral ( $348,6 \pm 20,1$ ). O que demonstra que deve ser aplicado um valor de fatores radiográficos suficiente para oferecer uma densidade ideal dos pulmões e das estruturas mediastinais. Apesar de ter a análise subjetiva dos observadores uma maior tensão aplicada tornaria a imagem do tórax em PA no critério 10 mais aceitável.

Na Tabela 10 pode ser observado a média do índice percentual de pontos alcançados em cada critério de imagem por plantão, das imagens analisadas pelos três radiologistas.

O índice percentual de qualidade da imagem é a soma da avaliação dos três observadores em cada critério, o máximo de pontos por critério é 5 para 150 imagens o total de percentual alcançado seria de 100%.

Tabela 10. Média do índice percentual da qualidade da imagem alcançados em cada critério de imagem por plantão.

ÍNDICE PERCENTUAL DA QUALIDADE DA IMAGEM (%)										
PLANTÃO	CRITÉRIOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2a.	82,2	83,8	81,6	77,8	82,7	78,0	83,6	83,3	82,4	77,1
3a.	85,3	84,7	86,9	80,7	84,7	78,9	85,6	85,6	81,8	75,1
4a.	85,6	84,2	82,4	82,2	84,7	84,0	86,2	86,4	84,2	80,9
5a.	85,8	82,4	84,2	81,6	86,0	81,1	84,9	85,6	80,0	74,2
6a.	83,6	83,6	74,9	76,7	82,2	79,3	84,7	83,1	80,0	80,0

A diferença percentual da qualidade da imagem entre os plantões foi estreita e variou de 74,2% para o critério de qualidade 10 (visualização da coluna através da sombra cardíaca) no plantão de 5ª feira a 86,9% para o critério de qualidade 3 (borda medial das escapulas fora dos campos pulmonares) no plantão de 3ª feira. Nota-se que o plantão de 4ª feira teve os maiores percentuais de avaliações em sete critérios, todos eles referentes a qualidade da imagem e o plantão de 6ª feira teve os menores percentuais de avaliações em quatro critérios, sendo um no critério de posicionamento e três nos critérios que se referem a qualidade da imagem.

Na análise de percentual de pontos alcançados (tabela 10) observa-se que na projeção PA da radiografia de tórax os critérios 2 e 3 apresentaram o menor percentual de pontos alcançados, os plantões de 5ª feira e 6ª feira tiveram percentual de 82,4% e 74,9% respectivamente.



Estes critérios referem-se à reprodução simétrica do tórax e borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares e, portanto, ao posicionamento do paciente. Este resultado mostra a importância da necessidade da capacitação dos técnicos. O gráfico 10 mostra a distribuição da média da Dose de Entrada na Pele (DEP) e Índice Percentual de Qualidade da Imagem (IQI) em cada plantão.

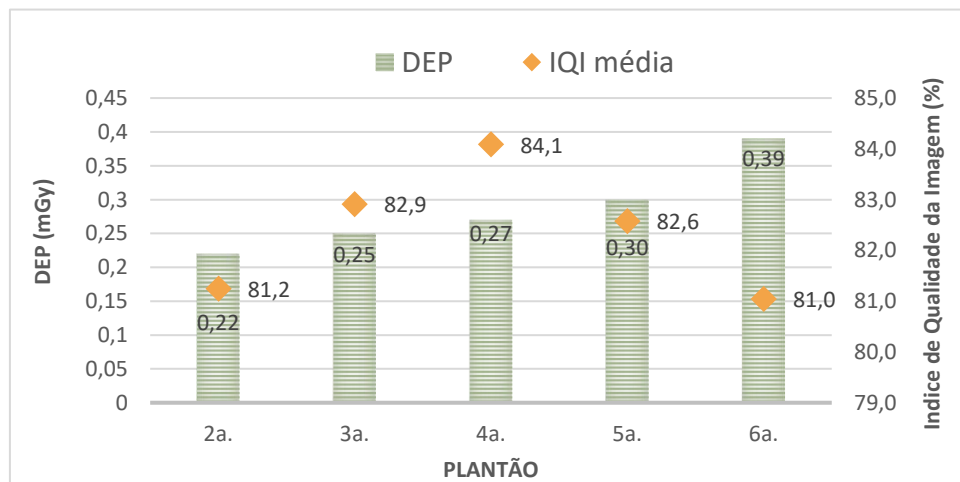


Gráfico 10 Distribuição da média da DEP (mGy) e Índice de qualidade da imagem por plantão.

Observa-se que a DEP variou de 0,22 mGy (plantão de 2<sup>a</sup>. Feira) a 0,39 mGy (plantão de 6<sup>a</sup>. feira). Entre esses plantões o resultado da análise da qualidade da imagem praticamente não variou. O plantão de 4<sup>a</sup> feira chamou a atenção ao alcançar a maior média percentual de qualidade da imagem (84,1%) com DEP 30,8% menor do que o plantão de 6<sup>a</sup> feira que possui a pior média percentual de qualidade da imagem. Na comparação entre as médias dos fatores DEP e IQI entre os plantões (gráfico 10), o plantão de 2<sup>a</sup> feira teve os fatores radiográficos mais próximos do sugerido pelo guia europeu, mas por sua vez não obteve a melhor avaliação na qualidade da imagem com 81,2% de média, o plantão de 6<sup>a</sup> feira que obteve a maior DEP também não obteve a melhor análise na IQI atingindo somente 81,0% de média, já o plantão de 4<sup>a</sup> feira com DEP de 0,27 mGy obteve a melhor avaliação em IQI alcançando média de 84,1%. Nota-se que houve uma linearidade da dose e do IQI entre os plantões de 2<sup>a</sup> feira a 4<sup>a</sup> feira. O que mais influenciou no IQI nesses três plantões foram os seguintes critérios relacionados com a qualidade da imagem: 4 (reprodução de todo o gradil costal acima do diafragma), 6 (reprodução nítida da traqueia e parte proximal dos brônquios) e 10 (visualização da coluna através da sombra cardíaca), sendo que o plantão de 2<sup>a</sup> feira e 3<sup>a</sup> feira tiveram as menores doses e pontuações nestes três critérios acima citados, considerando que o fator dose, apesar de ser pequena a

diferença entre os três plantões, pode ter contribuído para uma melhor pontuação na qualidade da imagem do plantão de 4ª feira. O oposto do esperado, em relação a qualidade da imagem, ocorreu entre os plantões de 5ª feira e 6ª feira. Isso devido a DEP no plantão de 5ª. feira ter sido 30% menor do que o de 6ª feira e o índice percentual de qualidade da imagem ter sido maior. Em relação aos outros plantões, como a dose foi maior nesses, a princípio era esperado índice de qualidade da imagem maior, como nem sempre a dose alta influencia em melhor IQI, procurou-se investigar os motivos do IQI mais baixo nesses plantões. Assim foi observado que nesses plantões os motivos de alcançar menor pontuação em relação aos outros foi o critério 10 (Visualização da coluna através da sombra cardíaca) no plantão de 5ª. feira e o critério 3 (Borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares) no plantão de 6ª. feira, relacionados a qualidade da imagem e ao posicionamento do paciente respectivamente. Como já se sabe, no sistema CR doses mais altas contribuem para obter qualidade na imagem. Entretanto, foi observado que este fator não influenciou no índice geral da qualidade das imagens obtidas entre o plantão de 6ª feira, que utilizou dose 56,4% maior do que o plantão de 2ª feira e obteve o mesmo índice percentual na qualidade da imagem. Isso ocorreu devido ao critério 3 (Borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares) que está relacionado ao posicionamento do paciente. Este critério contribuiu para demonstrar que apesar de o plantão de 6ª feira ter utilizado doses maiores, o critério relacionado ao posicionamento foi determinante para igualar o percentual de qualidade da imagem com o plantão de 2ª feira. Comparando os dois plantões, foi observado que entre as médias dos critérios de qualidade da imagem não existe diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), por outro lado, comparando as médias do critério 3 foi observado que há diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,001$ ) entre estes plantões.

## 5.0 CONCLUSÃO

A relação da DEP e da qualidade da imagem entre os plantões foi avaliada. Foi observado que não há um padrão de técnicas radiográficas utilizadas entre os plantões e conseqüentemente ocorreu diferença estatisticamente significativa na média da DEP nos pacientes e na média do índice da qualidade da imagem entre os plantões.

A influência dos protocolos de técnicas radiográficas na DEP foi estimada. No início deste estudo foi esperado que devido ao uso de técnicas radiográficas com kV alto e mAs menores como estabelecido pelo Guia Europeu, o plantão de 2a. feira alcançaria doses baixas. Isso foi comprovado com DEP média de 0,22 mGy. Os outros plantões não utilizaram as técnicas recomendadas pelo guia Europeu, alcançando doses maiores que o plantão de 2a. feira e atingindo DEP média de até 0,39 mGy.

A influência dos protocolos de técnicas radiográficas na qualidade da imagem foi estimada. Foi possível observar que o plantão de 4a. feira atingiu índice de qualidade da imagem maior do que os outros plantões mesmo utilizando técnicas diferentes das estabelecidas pelo Guia Europeu e com DEP próxima ao plantão de 2a. feira. Esta análise reforça o que foi descrito no trabalho de McEntee que sugere tensão do tubo menor de 100 kV para exames de tórax em PA no sistema CR.

De acordo com os resultados obtidos, todas as imagens analisadas pelos observadores serviram para laudo. A otimização da DEP com a qualidade da imagem pode ser alcançada utilizando as técnicas do plantão de 4a. feira. Desta forma, fica como sugestão que seja utilizado uma técnica radiográfica de 10 mAs a 12 mAs e 90 kV a 100 kV para pacientes do biotipo analisado em exames de tórax em PA no sistema CR deste hospital.

Conclui-se que a otimização da técnica radiográfica por meio de protocolos estabelecidos através da implementação de Programa de Educação Permanente e treinamento anual de capacitação técnica é essencial para maximizar os benefícios da imagem de raios X digital otimizando a dose e mantendo a qualidade diagnóstica no exame de tórax. Recomenda-se que estudos sejam realizados para exames de tórax em PA com sistema CR e DR afim de avaliar os fatores radiográficos utilizados em perspectiva de otimizar a dose e melhorar a qualidade da imagem.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAPM Report No.31 **Standardized methods for measuring diagnostic x-ray exposures**. Published for the American Association of Physicists in Medicine by the AAPM, 1990.

American College of Radiology. **Standards for performance of adult chest radiography**. Reston, VA: ACR, 1990 e 1993.

AURÉLIO DE SOUSA LACERDA, Marco; Jamil Khoury, Helen. **Dosimetria e aspectos de proteção radiológica em exames radiográficos convencionais pediátricos realizados em Belo Horizonte**. 2007.

ASADINEZHAD M, Toossi MTB. **Doses to patients in some routine diagnostic x-ray examinations in Iran: Proposed the first Iranian diagnostic reference levels**. Radiat prot dosimetry. 2008; 132(4): 409-14.

AZEVEDO, Ana Cecília P. et al. **Estudo comparativo das técnicas radiográficas e doses entre o Brasil e a Austrália**. Radiol Bras, São Paulo, v. 38, n. 5, 2005.

BERRINGTON GA, Darby S. **Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries**. The Lancet. 2004; 363:345-51.

BIASOLI, Antônio. **Técnicas Radiográficas**. Rio de Janeiro: RUBIO, 2006.

BONTRAGER, Kenneth L.-**Tratado de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada** / Kenneth L. Bontrager, John P. Lampignano; tradução Alcir Costa Fernandes, Douglas Omena Futuro, Fabiana pinzetta. - 8. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BOISSON, Luiz Fernando. **Fundamentos de Proteção Radiológica**.1. Ed. Rio de Janeiro:Radioprotec Eirelli -M, 2013.

BUSHONG, Stewart Carlyle. **Ciência Radiologia para Tecnólogos: física biologia e proteção**. 9. Ed. Elsevier, 2010.

Commission of the European Communities. **CEC quality criteria for diagnostic radiographic images and patient exposure trial** (EUR 12952). Maccia C, Moores BM, Nahrstedt U, et al., eds. Bruxelles, Belgium: CEC, DG XII, Radiation Protection Programme, 1990.

Commission of European Communities. **European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images**. Report EUR 16260 EN. Bruxelas: European Communities/Union, 1996.

CHEN, M. Y. M., Pope, T. L. & Ott, D. J. **Radiologia básica; (2a ed.)**. AMGH. 2012

Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil) Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. **Resolução - RDC nº 611, de 09 de março de 2022**. Brasil: Diário Oficial da União, ano 2022, p. 107-110, 16 mar. 2022.

EUGÉNIO CARVALHO, et al. **Avaliação dos padrões de Dose em Radiologia Pediátrica** Aceite em Rev. Lusófona de Ciências e Tecnologias da Saúde, 2007; (4) 21:37-46 Versão electrónica: <http://revistasaude.ulusofona.pt>.

LEMOS MARQUES LLB, Gelsleichter AM, Nedochetko J, Sebastião LM, Feijó JO, Zottis AD, Flôr R de C. **Estudo comparativo de dose de radiação aplicada a pacientes nos sistemas convencionais e sistemas digitais de imagem**. Rev. G&S [Internet]. 14º de agosto de 2019.

HÉLIO AMANTE MIOT. **Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais** Vasc Bras. 2011, Vol. 10, Nº 4

Produção Ambulatorial do SUS - Brasil - por local de atendimento Ministério da Saúde <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sia/cnv/qauf.def> acesso em 31/07/2022

Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde-CNES Net, Ministério da Saúde. [http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Ind\\_Equipamento.asp?VEstado=33&Mun=330455&VComp=202201](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=33&Mun=330455&VComp=202201) acesso em 31/07/2022

HART D, Hillier M, Shrimpton P. (HPA CRCE-034) on **Doses to patients from radiographic and fluoroscopic X-ray imaging procedures in the UK**. Chilton:

Health Protection Agency Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. 2010.

HUFTON A, Doyle S, Carty H. **Digital Radiography in Paediatrics: Radiation dose considerations and magnitude of possible dose reduction.** The British Journal of Radiology, 71, 1998. 186-199.

**International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources.** Vienna: International Atomic Energy Agency, 1996.

IAEA. International Atomic Energy Agency. **Dosimetry in Diagnostic Radiology for Pediatrics Patients. IAEA Human Health Series. n. 24, Vienna, IAEA, 2013.**

Instrução Normativa - IN Nº 90, DE 27 DE MAIO DE 2021. **Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, e dá outras providências.**

International Commission on Radiological Protection. **Managing patient dose in digital radiology:** a report of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP 2004; 34:1–73.

KHAN, F.M. **The Physics of Radiation Therapy.** 2nd Edition, Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, 518. 1994

M.F. McEntee et al. **Tube potential effect on radiographer's image quality** University College Dublin, School of Diagnostic Imaging, St Anthonys', Herbert Avenue, Dublin 4, Ireland he College of Radiographers. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. Doi: 10.1016/j.radi.2004.03.005.

Ministério da Saúde, **Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico;** Portaria no. 453; Diário Oficial da União no. 103, Brasil, 02 de junho de 1998.

OKUNO, Emico; Yoshimura, Elisabeth Mateus. **Física das radiações.** Oficina de Textos, 2016.

**Princípios básicos de física em radiodiagnóstico** Júlio de A.C.R. Soares. – 2. ed. rev. – São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, 2008.

Radiodiagnóstico Médico: **Desempenho de Equipamentos e Segurança** /Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

SCHAEFER-PROKOP, C., NEITZEL, U., VENEMA, HW et al. **Radiografia digital de tórax: atualização em tecnologia moderna, contenção de dose e controle de qualidade de imagem.** Eur Radiol 18 , 1818–1830 (2008).

SCHMIDT, G. T.; PAULA, V. **Doses de exposição em exames radiológicos realizados em sistemas CR e tela-filme.** Disc. Scientia, v. 12, n. 1, p. 65-75, 2011.

SOO-FOON MOEY et al. **The Practice of Chest Radiography on Dose and Image Quality.** Iran J Med Phys, Vol. 15, No. 2, April 2018.

**The ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements): its contribution to dosimetry in diagnostic and interventional radiology,** Radiation Protection Dosimetry, Volume 117, Issue 1-3, December 2005, Pages 7–12.

TAUATHA, L., Salati, I.P.A, Di Prinzio, R., Di Prinzio, M.A.R.R. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos** -10ª revisão abril/2014 Rio de Janeiro -IRD/CNEN

TILLY Junior, João Gilberto. **Física Radiológica.** Rio de Janeiro: Gênio, 2010. p. 263.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION et al. UNSCEAR 2016 **Report—Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation.**

VANO et al. **Transition from Screen-Film to Digital Radiography: Evolution of Patient Radiation Doses at Projection,** Radiology, May 2007, Radiological Society of North America (RSNA), DOI: 10.1148/radiol.2432050930

WADA DT, Rodrigues JAH, Santos. **Aspectos técnicos e roteiro de análise da radiografia de tórax.** Medicina (Ribeirão Preto. Online) 2019;52(supl1):5-16

## ANEXO A

## RESULTADOS DOS TESTES DE CONTROLE DE QUALIDADE

Hospital Federal de Bonsucesso – Aparelho de raios X VMI modelo *Pulsar Plus 500 S*

TESTES	RESULTADOS	TOLERÂNCIA ANVISA IN90	APROVADO
Exatidão do sistema de colimação	< 2%	≤ 2% da distância foco receptor	Sim
Alinhamento do eixo central do feixe de Raios X	< 3°	≤ 3° em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor	Sim
Valores representativos de dose (DEP)	0,28 mGy	Anexo II da IN 90 PA – 0,4 mGy	Sim
Exatidão do indicador de tensão do tubo	< 10%	≤ 10%	Sim
Reprodutibilidade da tensão do tubo	< 5%	≤ 5%	Sim
Exatidão do tempo de exposição	< 10%	≤ 10%	Sim
Reprodutibilidade do tempo de exposição	< 10%	≤ 10%	Sim
Reprodutibilidade da taxa de kerma no ar	< 10%	≤ 10%	Sim
Linearidade da taxa de kerma no ar	< 20%	≤ 20%	Sim
Rendimento do Tubo (R)	60 µGy/mAs	$30 \leq R$ (µGy/mAs) ≤ 65, a 1 m para 80 kV e filtração total de 2,5 mmAl	Sim
Camada Semi-redutora (CSR)	2,6 mmAL	Anexo III desta Instrução Normativa	Sim
Resolução Espacial	>2,5	≥ 2,5 pl/mm.	Sim
Levantamento radiométrico	Área Livre: ≤ 0,5 mSv/ano; Área Controlada: ≤ 5,0 mSv/ano.	Área Livre: ≤ 0,5 mSv/ano; Área Controlada: ≤ 5,0 mSv/ano.	Sim
Radiação de fuga do cabeçote	≤ 1,0 mGy/h a 1 m	≤ 1,0 mGy/h a 1 m	Sim



## ANEXO B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

#### **Avaliação da dose no paciente e da qualidade da imagem digital variando a técnica radiográfica**

Prezado participante,

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “Avaliação da dose no paciente e da qualidade da imagem digital variando a técnica radiográfica” desenvolvida por Gustavo Oliveira da Conceição do Instituto de Engenharia Nuclear IEN

#### **Qual o objetivo do estudo?**

O objetivo do estudo é estimar a dose de entrada da pele (DEP) e avaliar a qualidade da imagem de pacientes submetidos a exames de radiologia diagnóstica digital no hospital Federal de Bonsucesso em exames de tórax e pelve.

#### **Por que estou sendo convidado a participar da pesquisa?**

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas.

#### **Como minha privacidade e sigilo serão protegidos?**

Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar ao pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

#### **O que terei que fazer?**

A sua participação consistirá em ser coletados dados relativos ao biotipo como: sexo, idade, peso, altura e medir a espessura da região de estudo a ser radiografada.

#### **Qual o tempo de duração da entrevista e procedimento?**

O tempo de duração estará estipulado dentro do tempo de execução do exame é de aproximadamente 10 minutos).

#### **Como será a guarda dos dados e do material coletados na pesquisa?**

As informações da pesquisa serão transcritas e armazenadas em arquivos digitais, mas somente terão acesso às mesmas o pesquisador, orientador e a equipe participante do projeto. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme determina a Resolução CNS nº 466/12.

#### **Que benefícios posso obter com a participação neste estudo?**

O benefício relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa é o de esta pesquisa tem caráter acadêmico e visa a busca do melhor procedimento para que os pacientes realizem exames radiográficos com a menor dose de radiação possível uma boa qualidade de Imagem.

Rubrica do voluntário: \_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

**Que efeitos indesejáveis (ruins) podem acontecer?**

Não são previstos nenhum tipo de risco ou desconforto aos pacientes durante a realização dos procedimentos, uma vez que não há interferência na realização do exame ou no diagnóstico.

**Como será a divulgação dos resultados da pesquisa?**

Os resultados serão divulgados em congressos, revistas científicas.

**Formas de Contato com o Pesquisador Responsável:**

Nome do Pesquisador: **GUSTAVO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO**

Telefone institucional: \_\_\_\_\_ Telefone celular **(21) 992390675**

E-mail: **godc1974@gmail.com**

**Para dúvidas éticas sobre sua participação na pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do seu Centro de Pesquisa:**

**Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Federal de Bonsucesso (CEP-HFB):**

Endereço: Av. Londres, nº 616, Prédio 5 - 5º andar - Bonsucesso - Rio de Janeiro / RJ - CEP: 21041-030

Tel: (21) 3977-9833 - E-mail: [cephgbrj@gmail.com](mailto:cephgbrj@gmail.com)

( ) Declaro estar recebendo uma via deste documento, com todas suas páginas rubricadas por mim e pelo pesquisador e por nós assinada e datada na última página. Tenho conhecimento de que uma segunda via será guardada pelo pesquisador.

Quanto à permissão para a utilização deste material para futuros estudos, declaro que:

- ( ) Sim, permito a utilização e não são necessários futuros contatos comigo, desde que o projeto tenha sido aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa.  
 ( ) Sim, permito a utilização, mas é necessária a minha autorização prévia.  
 ( ) Não autorizo futuros estudos.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do participante da pesquisa  
pesquisa

Nome em letra de forma do participante da  
pesquisa

Assinatura do pesquisador

Nome em letra de forma do pesquisador

## ANEXO C

### Formulário para avaliação dos critérios de qualidade da imagem do tórax em PA

Critérios de qualidade da imagem de Tórax PA	Grau de satisfação	aceitável	
1- Executada em inspiração profunda (dez arcos posteriores) e apneia.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
2 - Reprodução simétrica do tórax sem rotação.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
3 - Borda medial das escapulas fora dos campos pulmonares.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
4 - Reprodução de todo o gradil costal acima do diafragma.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
5 - Reprodução nítida da vascularização pulmonar.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
6 - Reprodução nítida da traqueia e parte proximal dos brônquios.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
7 - Reprodução nítida dos diafragmas e seios costofrênicos.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
8 - Reprodução nítida do coração e aorta.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
9 - Visualização da parte retro cardíaca dos pulmões e mediastino.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
10 - Visualização da coluna através da sombra cardíaca.		<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não

**Grau de satisfação: 1. Péssimo, 2. Ruim, 3. Regular, 4. Bom, 5. Ótimo**