

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
WENDER CARDOSO DA SILVA

**QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS TÉCNICAS NA
REALIZAÇÃO DAS RADIOGRAFIAS DE TÓRAX COM
ÊNFASE PLEURO-PULMONAR**

Mogi das Cruzes, SP

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
WENDER CARDOSO DA SILVA**

**QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS TÉCNICAS NA
REALIZAÇÃO DAS RADIOGRAFIAS DE TÓRAX COM
ÊNFASE PLEURO-PULMONAR**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Universidade de Mogi das Cruzes como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Área de Concentração: Instrumentação Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Márcio Alexandre Marques

Mogi das Cruzes, SP

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Silva, Wender Cardoso da

Quantificação das falhas técnicas na realização de radiografias de tórax com ênfase pleuro-pulmonar / Wender Cardoso da Silva. – 2010.

75 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2010

Área de concentração: Instrumentação Biomédica
Orientador: Profº Drº Márcio Alexandre Marques

1. Radiografias 2. Raios X – Falhas técnicas de imagem 3. Pneumologia 4. Técnicas radiográficas I. Marques, Márcio Alexandre

CDD 616.07572

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

No dia 31/08/10 o candidato *Wender Cardoso da Silva*, após realizar os créditos exigidos, ser aprovado no exame de Proficiência em Inglês, e no exame de Qualificação, apresentou o trabalho '*Quantificação das falhas técnicas na realização das radiografias de tórax com ênfase pleuro-pulmonar*' para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Os membros da banca consideram o candidato:

Dr. Clayton Eduardo dos Santos
Drª Silvia Cristina Martini Rodrigues
Dr. Marcio Alexandre Marques

Conceito

____ APROVADO _____
____ Aprovado _____
____ Aprovado _____

Clayton Eduardo dos Santos
Prof. Dr. Clayton Eduardo dos Santos
Centro Federal de Educação Tecnológica de
São Paulo

Silvia Cristina Martini Rodrigues
Prof. Dr. Silvia Cristina Martini Rodrigues
Universidade de Moç das Cruzes

Marcio Alexandre Marques
Prof. Dr. Marcio Alexandre Marques
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que sonharam antes de mim com este dia, que tanto colaboraram e lutaram para que hoje estivesse aqui, jamais poderei ser suficientemente grato. Pela realização deste ideal, minha homenagem, admiração e gratidão à minha irmã e ao meu irmão, que sem eles não teria possibilidade de concluir este trabalho.

Também dedico este trabalho a todos os amigos da Uniradio, professores e alunos das escolas onde trabalhei por tantos anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Alexandre Marques por toda paciência, atenção e dedicação prestada, ao médico Dr. Augusto Voltaire do Nascimento que sem ele, o meu trabalho não se tornaria possível, sempre muito paciente e atencioso, colaborando ao máximo com o este trabalho, meu muito obrigado.

Agradeço a todos da Clínica Uniradio que me ajudaram em especial a Dra. Pillar Staut que sempre me deu apoio para concluir este trabalho.

Um agradecimento carinhoso à Prof. Dra. Silvia C. M. Rodrigues por todas as explicações e colaborações durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Deusdedit Lineu Spavieri Júnior, que me orientou e ajudou na parte estatística.

Agradeço também ao Prof. Dr. Jorge Oliveira Echeimberg, pela explicação formidável à introdução estatística.

As suas companhias, seus sorrisos, as suas palavras e até mesmo nas suas ausências foram expressões de amizade e cumplicidade. Por todas aquelas vezes em que vocês me ouviram e me deram apoio, meu agradecimento. No mérito desta conquista há muito de suas presenças.

Um eterno agradecimento!

***“A mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltará ao seu tamanho original”.***

Albert Einstein.

RESUMO

Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos dos diferentes processos de formação e aquisição de imagem, a radiografia de tórax continua sendo um dos exames mais solicitados por especialistas. Devido ao grande número de requisição, há uma preocupação no sentido de melhorar a qualidade na produção de imagens nas pesquisas médicas e na medicina clínica. De acordo com os critérios médicos e de técnicas radiológicas foram analisadas diversas radiografias de tórax com a presença de falhas técnicas e que foram obtidas em duas incidências: pósterio-anterior (PA) e lateral (Perfil). Neste estudo, as técnicas utilizadas para obtenção das imagens foram selecionadas através de radiografias obtidas em 05 centros de radiodiagnóstico e avaliadas com a colaboração de um especialista em Pneumologia para verificar as principais causas das falhas eletrônicas bem como mecânicas nelas observadas. O levantamento estatístico para análise das falhas técnicas, dos equipamentos e da dose recebida pelo paciente e pelo profissional, foi realizado através da análise dos principais procedimentos inadequados observados nas radiografias selecionadas. Os resultados foram então obtidos por testes paramétricos e não-paramétricos, segundo indicação e o tipo de variável. O objetivo desta pesquisa foi especificar e quantificar os principais parâmetros que interferem diretamente na produção e na qualidade da imagem nas radiografias de tórax, ocasionando repetições desnecessárias e, conseqüentemente resultando numa dose maior de entrada na pele dos pacientes. Os resultados observados indicam a necessidade da realização de controle de qualidade dos aparelhos e outras abordagens para esclarecer o impacto na realização das radiografias de tórax.

Palavras-chave: radiografias, raios X, falhas técnicas de imagem, pneumologia, técnicas radiográficas.

ABSTRACT

Despite the technological developments of the different processes of formation and image acquisition, chest radiograph remains one of the most requested examinations by specialists. Because of the large number of requests, there is a concern to improve the quality of imaging in medical research and clinical medicine. According to medical criteria and radiological techniques, several chest radiographs obtained in two incidences, posterioranterior (PA) and lateral (Profile) were analyzed in the presence of technical faults. In this study the techniques used to obtain the images were selected from radiographs obtained in 05 diagnostic radiology centers and evaluated with the help of a specialist in pulmonology to check the main causes of electronic and mechanical failures found in them. The statistical analysis to technical failures, equipment and radiation doses received by both patient and professional, was conducted by analyzing the main inadequate procedures observed in the selected radiographs. The results were then obtained by parametric tests and nonparametric according to indication and type of variable. The objective of this research was to specify and quantify the main parameters that influence directly in the production and image quality of chest radiographs, causing unnecessary repetitions, and consequently resulting in a higher dose of entry into the skin of patients. The results indicate the necessity of quality control devices and other approaches to clarify the impact on the performance of chest radiographs.

Keywords: radiography, chest, statistics, technical image failures, pulmonology, radiography technical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Radiografia ântero-posterior de tórax.....	15
Figura 2	Esquema das porções de condução e respiração.....	19
Figura 3	Anatomia torácica em associação ao sistemas cardiorrespiratório.....	21
Figura 4	Vista anterior da estrutura óssea do tórax.....	22
Figura 5	Esquema da traquéia e brônquios principais direito e esquerdo.....	24
Figura 6	Face mediastinal do pulmão direito.....	26
Figura 7	Face mediastinal do pulmão esquerdo.....	27
Figura 8	Demonstração dos segmentos broncopulmonares.....	28
Figura 9	Desenho esquemático da produção de raios X.....	31
Figura 10	Tubo de raios X.....	32
Figura 11	Esquema de representação das camadas do filme e do écran.....	33
Figura 12	Corte transversal de um filme com descontinuidade de emulsão.....	35
Figura 13	Aspecto interno dos chassis (écrans).....	36
Figura 14	Aspecto da processadora automática.....	38
Figura 15	Posicionamento do paciente para a radiografia de tórax em PA.....	41
Figura 16	Radiografia de tórax em PA.....	42
Figura 17	Demonstração anatômica em posição radiográfica em PA.....	42
Figura 18	Radiografia de tórax em Perfil.....	43
Figura 19	Demonstração anatômica em posição radiográfica em Perfil.....	43
Figura 20	Entrada de luz na emulsão dos filmes radiográficos.....	51
Figura 21	Radiografia com superexposição, posicionamento incorreto do paciente, perda de informações anatômicas e artefatos de processamento da imagem.....	51
Figura 22	Radiografia com posicionamento incorreto do paciente com perda de informações anatômicas.....	52
Figura 23	Radiografia subexposta, devido à falta de raios X para a densidade corpórea do paciente.....	52
Figura 24	Radiografia superexposta, devido à elevada quantidade de raios X para a densidade corpórea do paciente.....	53
Figura 25	Radiografia com presença de artefato metálico (óculos).....	53
Figura 26	Radiografia com exposição dupla em único filme.....	54

Figura 27	Posição incorreta da grade antidifusora.....	54
Figura 28	Distribuição de freqüência das falhas em hospital 1.....	59
Figura 29	Distribuição de freqüência das falhas em hospital 2.....	59
Figura 30	Distribuição de freqüência das falhas em hospital 3.....	60
Figura 31	Distribuição de freqüência das falhas em hospital 4.....	60
Figura 32	Distribuição de freqüência das falhas em hospital 5.....	60
Figura 33	Logaritmo das freqüências relativas em função do tipo de falhas.....	61
Figura 34	Distribuição de freqüência relativa em relação ao tipo de falha e hospital.....	62
Figura 35	Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospitais públicos.....	63
Figura 36	Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 3 <i>versus</i> hospital privado 4	64
Figura 37	Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 3 <i>versus</i> hospital privado 5	65
Figura 38	Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 4 <i>versus</i> hospital privado 5	65
Figura 39	Frequências acumuladas de proporções de falhas em hospitais públicos e privados.....	66
Figura 40	Frequência de falhas em hospitais privados e públicos.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Distribuição internacional dos segmentos broncopulmonares.....	29
Tabela 02	Formatos nominais normalizados para filmes, écrans e chassis.....	34
Tabela 03	Critérios de imagem segundo a Comunidade Européia para exames do tórax nas projeções PA e perfil.....	46
Tabela 04	Principais falhas cometidas na aquisição de radiografias torácicas.....	50
Tabela 05	Classificação dos Hospitais e quantidades de radiografias obtidas.....	55
Tabela 06	Representação das falhas encontradas nas radiografias.....	55
Tabela 07	Demonstração das falhas encontradas no hospital A.....	56
Tabela 08	Matriz de correlação entre as distribuições de freqüências relativas para os 5 hospitais.....	62
Tabela 09	<i>Teste-t</i> para correlação.....	63
Tabela 10	Resultados do teste de <i>Kolmogorov Smirnov</i>	64
Tabela 11	Resultados do teste de <i>KS</i>	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 MOTIVAÇÃO /JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.3 APRESENTAÇÃO.....	18
2 CONCEITOS TEÓRICOS.....	19
2.1 ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	19
2.2 ESTRUTURA ÓSSEA TORÁCICA.....	21
2.3 MÚSCULOS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	22
2.4 CAVIDADE TORÁCICA.....	23
2.4.1 Mediastino.....	23
2.4.2 Traquéia.....	23
2.4.3 Brônquios Principais e Lobares.....	24
2.4.4 Bronquíolos.....	25
2.4.5 Alveólos.....	25
2.4.6 Pulmões.....	26
2.4.7 Pleura.....	29
3 INTRODUÇÃO À RADIOLOGIA.....	30
3.1 HISTÓRIA DA RADIOLOGIA.....	30
3.2 PRODUÇÃO DOS RAIOS-X.....	30
3.2.1 Ânodo Rotatório.....	32
3.3 FILMES RADIOGRÁFICOS.....	33
3.3.1 Constituição dos Filmes Radiográficos.....	33
3.3.2 Tamanhos dos Filmes Radiográficos.....	34
3.3.3 Armazenamento dos Filmes Radiográficos.....	34
3.4 PLACAS INTENSIFICADORAS (ÉCRANS).....	35
3.5 PROCESSAMENTO DO FILME RADIOGRÁFICO.....	37
3.5.1 Solução Reveladora.....	38
3.5.2 Solução Fixadora.....	38
3.5.3 Lavagem Final.....	38
3.5.4 Secagem.....	39

3.6 CÂMARA ESCURA.....	39
4 ESTADO DA ARTE.....	40
4.1 INTRODUÇÃO À TÉCNICA RADIOGRÁFICA.....	40
4.1.1 Incidências de Tórax.....	40
4.1.1.1 <i>Alinhamento</i>	44
4.2 FORMATOS DOS CRITÉRIOS RADIOGRÁFICOS.....	44
4.3 REPETIÇÕES DE EXAME.....	47
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
5.1 DISTRIBUIÇÕES DE <i>POISSON</i>	56
5.2 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO <i>PEARSON</i>	57
5.3 TESTE <i>KOLMOGOROV-SMIRNOV</i>	58
6 RESULTADOS.....	59
7 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO/JUSTIFICATIVA

No Brasil, pode-se afirmar que a necessidade de se estabelecer normas mais rigorosas de radioproteção é uma preocupação recente, pelos próprios fatos ocorridos no país, como por exemplo, o acidente de Goiânia, GO, em 1987 (PACHECO, 2007). Posteriormente, foram criadas estratégias para aplicação de uma legislação que estabelecesse uma segurança mais elaborada, exemplo disso é a Portaria SVS/MS nº 453 de 1º de Junho de 1998, na qual, são expostas normas que garantem os princípios básicos de radioproteção. Todas as exposições de diagnóstico aos raios X devem ser justificadas e otimizadas em função dos benefícios e riscos para o examinado (PACHECO, 2007; AZEVEDO, 2003; YOSHIMURA, 2002; LEMKE, 2006).

Mesmo com as normas que estabelecem a radioproteção, o rápido desenvolvimento da tecnologia digital na aquisição radiográfica não tem sido acompanhado de informações relativas às técnicas adequadas, o que é preocupante no aumento significativo das doses nos pacientes quando submetidos ao exame radiológico. É sabido que os exames radiológicos são, em muitos casos, um dos primeiros passos necessários e que devem ser tomados imediatamente após o exame clínico para o diagnóstico ou exclusão de um vasto leque de patologias suspeitas (HO, 2002; McENTEE, 2004; OLIVEIRA, 2004; NARAHASHI, 2006; SULIMAN, 2006; YAKOUMAKIS, 2007).

No entanto, os benefícios oferecidos pelos diagnósticos envolvem certo risco para os pacientes, profissionais e pessoas expostas à radiação. Diante do exposto, é necessário ainda rever alguns critérios que o médico ou estudante de medicina consideram no momento de solicitar as radiografias. Exames não devem ser feitos a não ser que sejam essenciais para o diagnóstico e, quando realizados, eles devem ser executados de forma que a dose para o indivíduo seja a menor possível para minimizar os riscos envolvidos, mantendo o diagnóstico de confiança. Em radiodiagnóstico, avaliações periódicas de doses devem ser feitas para incentivar a

otimização da proteção radiológica dos pacientes. Medições de doses são obrigatórias para comparar diferentes técnicas radiológicas e cumprir com algumas diretrizes e regulamentos internacionais (HO, 2002; McENTEE, 2004; OLIVEIRA, 2004; NARAHASHI, 2006; SULIMAN, 2006; YAKOUMAKIS, 2007).

Dentre todos os exames radiológicos, as radiografias de tórax continuam sendo o meio de diagnóstico mais utilizado nos exames com radiações ionizantes em população mundial, por ser um exame útil, pouco invasivo e de baixo custo, isto equivale em torno de 30% a 50% do total de radiografias realizadas em sistemas convencionais e digitais (MALKI, 2003, KALIFAH, 2004).

O estudo radiográfico do tórax constitui um método propedêutico de rotina para avaliação de pacientes com doenças pleuropulmonares, mediastinais e do arcabouço ósseo torácico, sintomáticos ou assintomáticos, tornando possível evidenciar a evolução da doença. Os pulmões, apesar de serem claramente visíveis em uma radiografia, frequentemente necessitam de técnicas apropriadas para uma maior definição e contraste, sem as quais não é possível observá-los com nitidez.

O pulmão aparece na radiografia como uma víscera de densidade característica devido à presença de ar contido nas estruturas alveolares pulmonares (Figura 1).



Figura 1: Radiografia Pósterio-anterior de tórax (KORNER, 2007).

Algumas regiões apresentam-se com a mesma densidade de líquidos e que correspondem ao interstício pulmonar, às paredes das vias aéreas e aos vasos sanguíneos. Para avaliação das costelas a radiografia de tórax é ideal, mas muitas vezes deixam de ser examinadas pelo radiologista, e podem ser sede de ocorrências que vão desde variações anatômicas até neoplasias, infecções graves ou fraturas.

Nas incidências póstero-anteriores, pode-se verificadas e diferenciadas as porções posteriores das costelas bem como as porções laterais e anteriores. São necessárias para observar este tipo de estruturas, técnicas adequadas para um diagnóstico preciso (OLIVEIRA, 2004; AZEVEDO, 2003; MALKI, 2003, KALIFAH, 2004, SULIMAN, 2006; NARAHASHI, 2006).

De acordo com Freitas (2003) em 27 equipamentos de raios-X distribuídos na capital de São Paulo, são realizados 1,7 milhões de exames radiológicos anualmente. Deste total, 49% correspondem ao exame de tórax. Os exames na região torácica correspondem a aproximadamente um terço (31,7%) do total de exames radiológicos realizados anualmente no estado de São Paulo. Dentre este tipo, os exames de tórax em projeções póstero-anterior e lateral (ou perfil) são os mais frequentes, 66,6% e 30,4%, respectivamente.

No âmbito da imagiologia, 40% das radiografias ainda são convencionais na maioria dos departamentos e requerem alta resolução espacial e sensibilidade ao contraste em uma ampla área torácica. Existe uma necessidade premente de melhoria, padronização de procedimentos radiográficos convencionais, o que pode estar relacionado com a aplicação de controle de qualidade e a garantia de programa de treinamento no departamento de radiologia, incluindo a formação adequada de técnicos, calibração dos equipamentos de raios-X, adequação e controle de filmes radiográficos. As principais vantagens das radiografias convencionais são: resolução espacial elevada, boa uniformidade ao longo de uma área grande, alta sensibilidade, fácil manuseio e de baixo custo, mas o intervalo de tempo para adequação destes parâmetros é pequeno (GARMER, 1999; MALKI, 2003; OSIBOTE, 2006).

As taxas de erros no departamento de radiologia ocasionando a repetição de exames radiológicos incluem também o erro humano. Os principais fatores que

contribuem para isto são: desalinhamento do colimador e falta de conhecimentos técnicos do operador (MALKI, 2003).

A correta interpretação da imagem é uma condição importante para o planejamento terapêutico, daí a qualidade da imagem desempenhar um papel importante na precisão do processo diagnóstico. Quando a radiografia não está dentro dos limites aceitáveis ela deve ser repetida, o que aumenta a dose total de exposição do paciente e também causando impacto econômico sobre a instituição (MALKI, 2003).

Apesar de muitos autores terem estudado a produção de imagens, a radioproteção e equipamentos radiológicos, as principais falhas cometidas durante a realização das radiografias de tórax não foram mensuradas na revisão bibliográfica. O que propomos é realizar uma análise mais ampla das principais falhas técnicas encontradas em radiografias de tórax. Para isso, não foram levados em consideração patologias e aspectos clínicos dos pacientes, considerando-se apenas os aspectos radiológicos da imagem.

Diante do exposto, o trabalho aqui apresentado consiste em analisar estatisticamente, radiografias de tórax que apresentem falhas técnicas ou mecânicas no ato da sua produção e distinguir os principais erros cometidos pelos profissionais da radiologia.

1.2 OBJETIVOS

Especificar e quantificar as principais falhas eletrônicas bem como mecânicas presentes em radiografias de tórax e que são inapropriadas para interpretação médica, com intuito de estabelecer os principais erros cometidos durante a aquisição da imagem, e deste modo, reduzir a necessidade da repetição dos exames.

1.3 APRESENTAÇÃO

A dissertação divide-se em oito capítulos compreendendo os seguintes:

Capítulo 1 – Introdução.

Capítulo 2 – Conceitos Teóricos.

Capítulo 3 – Introdução à Radiologia.

Capítulo 4 – Estado da arte.

Capítulo 5 – Materiais e Métodos.

Capítulo 6 – Resultados.

Capítulo 7 – Discussão e Conclusão.

Referências.

2 CONCEITOS TEÓRICOS

Neste capítulo são descritos alguns conceitos teóricos importantes relacionados ao trabalho, como a anatomia do sistema respiratório e introdução à radiologia.

2.1 ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

O sistema respiratório pode ser dividido em duas partes: porção de condução (vias aéreas superiores) e porção de respiração (vias aéreas inferiores). É um conjunto de órgãos responsáveis pelas trocas gasosas, possibilitando a respiração celular.

A primeira porção pertence órgãos tubulares cuja função é conduzir o ar até a porção respiratória. As vias aéreas superiores são compostas por narinas, cavidade nasal e o complexo nasobucofaringolaríngeo. A segunda porção também conhecida como vias aéreas inferiores, consiste em traquéia, brônquios, brônquiólos (terminais e respiratórios) e os alvéolos (Figura 2).

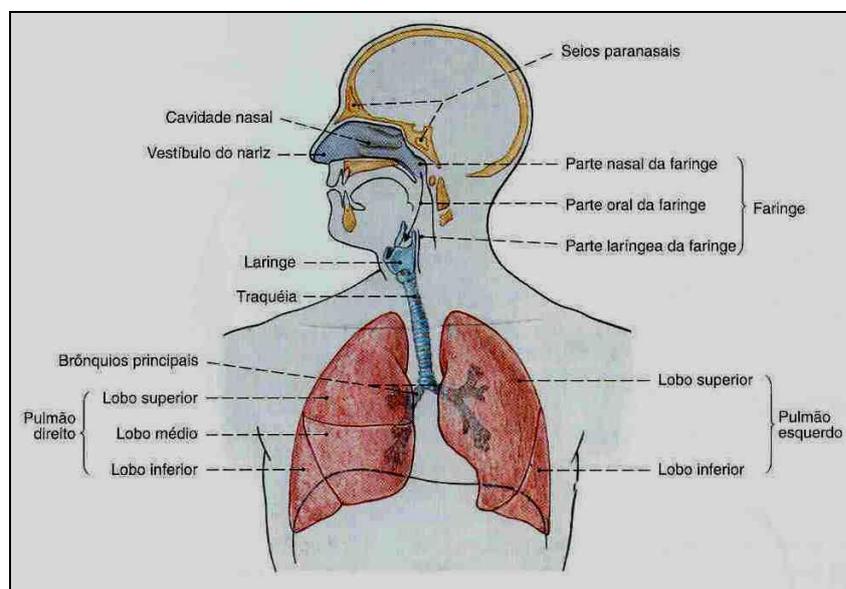


Figura 2: Esquema das porções de condução e respiração (FERNER, 1993).

Os pulmões, direito e esquerdo, órgãos principais da respiração, estão contidos na cavidade torácica e a região entre eles é denominada mediastino, área ocupada pelo coração, e grandes vasos com alguns dos seus ramos proximais, pelo esôfago, por parte da traquéia e pelos brônquios principais, além de nervos e linfáticos. Cada pulmão é composto por tecido elástico que se denomina parênquima pulmonar, e que é envolvido por um saco seroso completamente fechado, a pleura, a qual apresenta dois folhetos: a pleura visceral e pleura parietal. Entre a pleura visceral e a pleura parietal existe um espaço, a cavidade pleural, por onde circula um líquido que permite o deslizamento das pleuras durante o processo da respiração (DANGELO E FATTINI, 2002; BERNE, 2004).

A cavidade torácica é o espaço interior do tórax e está dividida em três partes: duas cavidades pleurais e o mediastino. O tórax é protegido pela parede torácica que é constituída por um arcabouço osteomusculocartilaginoso, compreendido pela curvatura das costelas, entre o osso esterno e a coluna vertebral, guardando íntima relação com músculos esqueléticos, com o conjunto de arcos costais e com os músculos intercostais (Figura 3).

A caixa torácica abriga órgãos que funcionam alterando as suas condições volumétricas. Os pulmões expandem-se na inspiração, pela entrada do ar inspirado para o seu interior, e voltam ao volume inicial na expiração, principalmente em razão da força elástica retrátil do parênquima. Eles são limitados pelo diafragma inferiormente e uma abertura estreita superiormente, constituída pelos primeiros pares de arcos costais.

O mediastino contém: o coração, as partes torácicas dos grandes vasos e outras estruturas importantes (por exemplo, as partes torácicas da traquéia, do esôfago, o timo, parte do sistema nervoso autônomo e sistema linfático (DANGELO E FATTINI, 2002) (Figura 3).

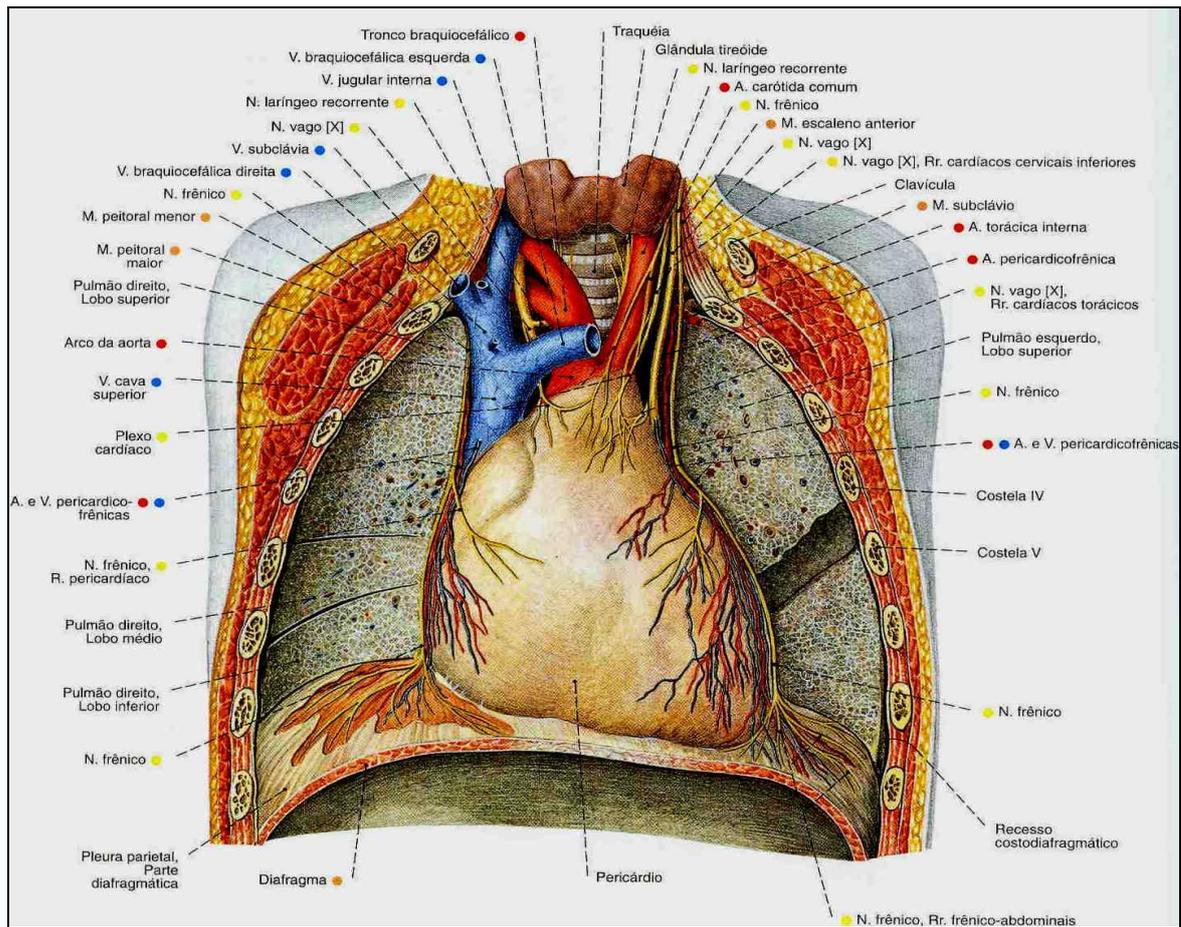


Figura 3: Anatomia torácica em associação dos sistemas cardiorrespiratório (FERNER, 1993).

2.2 ESTRUTURA ÓSSEA TORÁCICA

A caixa torácica está constituída pelo esterno, anteriormente, no plano mediano, pelas vértebras torácicas no plano mediano dorsal e pelas costelas e cartilagens costais no contorno posterior, lateral e anterior do tórax (Figura 4).

O osso esterno é uma longa e estreita placa óssea mediana na parede anterior do tórax. As costelas são doze pares de fitas ósseas arqueadas, estendendo-se de suas articulações com a coluna vertebral à porção anterior da parede do tórax. As sete superiores são chamadas costelas verdadeiras por articularem diretamente com o osso esterno.

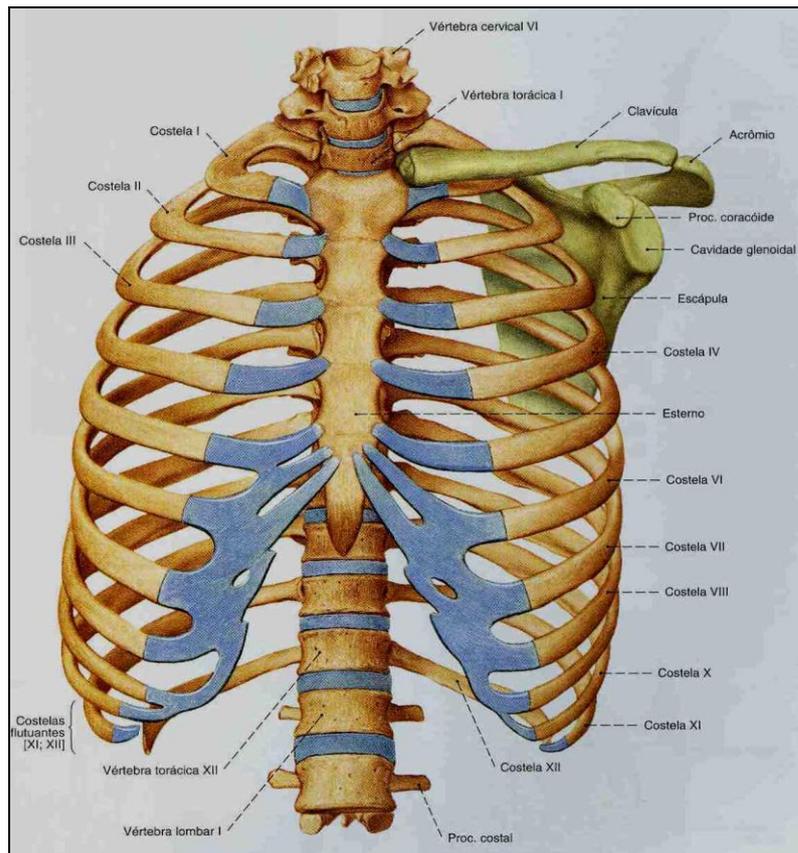


Figura 4: Vista anterior da estrutura óssea do tórax (FERNER, 1993).

As costelas VIII, IX e X são denominadas falsas, por fixarem ao esterno indiretamente por uma única cartilagem, e as flutuantes que são as duas últimas que não articulam diretamente com o osso esterno, e sim através de articulações costocodrais (GRAY, 1988).

2.3 MÚSCULOS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Músculos inspiratórios: os principais são o diafragma e os músculos intercostais externos. A função deles é produzir o aumento da caixa torácica. A contração do diafragma promove a descida da parte inferior da caixa torácica, o que a expande no sentido vertical. Os músculos intercostais externos e músculos cervicais elevam a parte anterior da caixa torácica, alterando o ângulo das costelas e alongando o diâmetro ântero-posterior da caixa torácica.

Músculos expiratórios: os principais são abdominais e intercostais internos. A função deles é produzir a diminuição da caixa torácica. Os abdominais puxam a caixa torácica para baixo reduzindo o diâmetro e forçam o deslocamento para cima do conteúdo abdominal, o que empurra também o diafragma para cima diminuindo o tamanho da cavidade torácica. Os intercostais internos tracionam as costelas para baixo, isso diminui o tamanho do tórax (GRAY, 1988).

2.4 CAVIDADE TORÁCICA

Das vísceras contidas na cavidade torácica, os pulmões ocupam o maior espaço. Envolvidos por um saco fechado de dupla parede, a pleura, eles deixam entre si um espaço, o mediastino, ocupado por outros órgãos vitais, entre as quais o coração, o esôfago e a traquéia.

2.4.1 Mediastino

O espaço entre os dois pulmões envolvidos pela pleura, o mediastino, estende-se da abertura superior do tórax ao diafragma, o qual fecha a abertura inferior do tórax. Ele é dividido em superior e inferior. O mediastino superior contém o esôfago e a traquéia posteriormente, o timo anteriormente, e entre eles, os grandes vasos relacionados ao coração. O mediastino inferior é dividido em anterior (parte do timo), médio (composto pelo coração, pericárdio e brônquios principais) e posterior (esôfago e aorta torácica) (GRAY, 1988; DANGELO E FATTINI, 2002).

2.4.2 Traquéia

É um tubo cilíndrico de aproximadamente 2,5 centímetros de diâmetro por 10-12 centímetros de comprimento que se bifurca no interior do tórax, ligando a laringe aos brônquios, para permitir a entrada e saída de ar nos pulmões durante a respiração. Tem músculo liso na sua constituição e é revestida internamente por um epitélio colunar ciliado, pseudo estratificado, e externamente encontra-se reforçada

por anéis de cartilagem descontínuos e incompletos. É uma estrutura mediana, mas próximo de sua extremidade inferior ela se desvia para direita e, por esta razão, o brônquio principal esquerdo cruza anteriormente o esôfago e tem maior comprimento que o direito. A traquéia bifurca-se nos brônquios principais, direito e esquerdo (Figura 5) (DANGELO E FATTINI, 2002; BERNE, 2004).

2.4.3 Brônquios Principais e Lobares

Os brônquios são os tubos que conduzem o ar aos pulmões. A traquéia divide-se em dois brônquios principais (o direito e o esquerdo) através de uma bifurcação denominada carina principal.

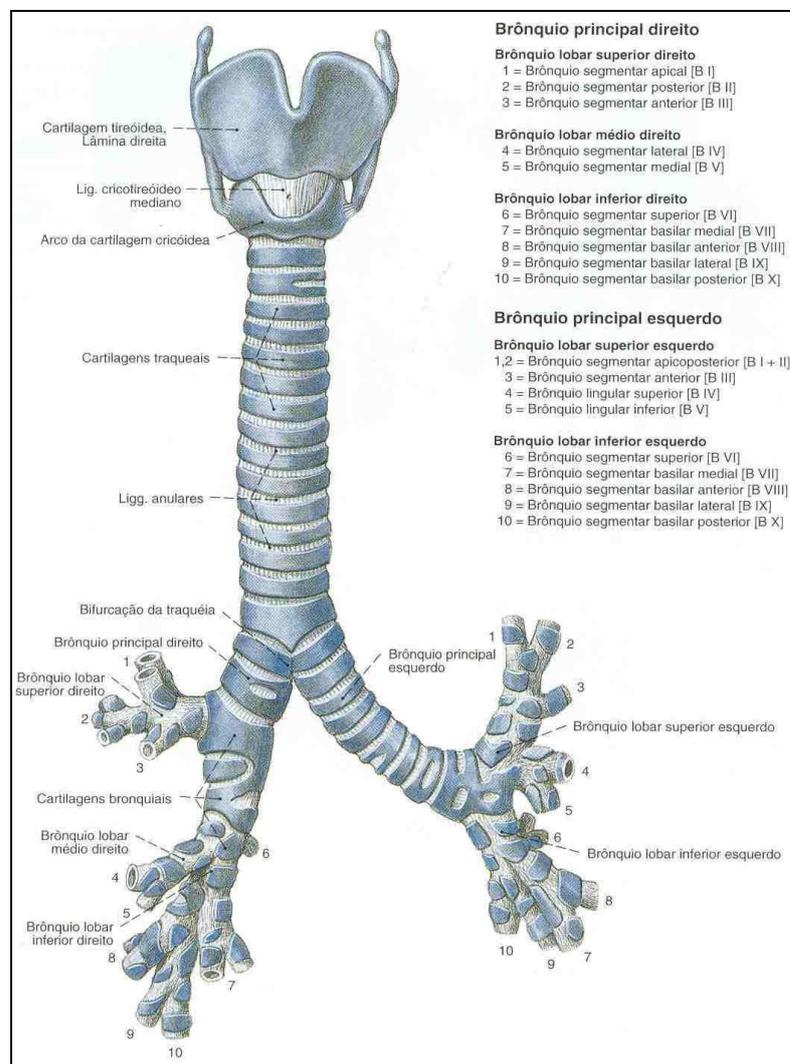


Figura 5: Esquema da traquéia e brônquios principais direito e esquerdo (FERNER, 1993).

Cada brônquio principal dá origem a brônquios lobares menores ou de segunda ordem, que ventilam os lobos pulmonares. Estes, por sua vez, dividem-se em brônquios segmentares ou de terceira ordem, que vão ventilar os segmentos broncopulmonares.

Os brônquios, por sua vez, se ramificam várias vezes até se transformarem em bronquíolos respiratórios de 3ª ordem, os quais dão origem aos dutos alveolares, um para cada saco alveolar. As paredes dos bronquíolos consistem quase inteiramente em músculo liso, com exceção do bronquíolo terminal, denominado bronquíolo respiratório, que só possui algumas fibras musculares lisas. (Figura 5) (DANGELO E FATTINI, 2002; GUYTON, 2006).

2.4.4 Brônquíolos

São sub-ramificações de menor calibre da árvore brônquica; deles se originam os dutos alveolares que terminam nos sacos alveolares. Na sua constituição não apresentam cartilagem, glândulas e nem nódulos linfáticos. Cada bronquíolo penetra num lóbulo pulmonar, onde se ramifica, formando de cinco a sete bronquíolos terminais. Do bronquíolo terminal originam-se um ou mais bronquíolos respiratórios, os quais marcam a transição para a porção respiratória. O bronquíolo respiratório é revestido por epitélio simples que varia de colunar baixo a cubóide, podendo, ainda, apresentar cílios na porção inicial. A parede desses bronquíolos contém alvéolos (GRAY, 1988).

2.4.5 Alvéolos

Os alvéolos pulmonares são estruturas de pequenas dimensões, localizadas no final dos dutos alveolares, onde se realiza a hematose pulmonar. Os alvéolos têm formato poligonal e um diâmetro aproximado de 250µm. Um adulto tem em média 300.000.000 alvéolos. Três tipos diferentes de células formam os alvéolos (pneumócitos I, II e III). Os pneumócitos I ocupam 95% da superfície alveolar, e representa o local primário para a troca de gases; os pneumócitos tipo II são células pequenas, cubóides, ocupando apenas 2% da superfície pulmonar, com função de

sintetizar o surfactante pulmonar e regeneração da estrutura alveolar. E por conseguinte, os pneumócitos tipo III podem ser encontrados por todo o pulmão estando em contato íntimo com os nervos, e podem funcionar como quimiorreceptores. As moléculas de oxigênio e de dióxido de carbono são transportados por difusão, dos alvéolos para os capilares e vice-versa (GRAY, 1988; BERNE, 2004).

2.4.6 Pulmões

Os pulmões são órgãos de forma cônica, apresentando um ápice (superior), uma base (inferior) e duas faces: costal e medial (mediastinal). A sua base fica sobre o diafragma, o qual é predominantemente muscular e separa o tórax do abdômen. Os pulmões são compostos de brônquios que se dividem em bronquíolos e alvéolos pulmonares. Os alvéolos são estruturas saculares (semelhantes a sacos) que se formam no final de cada duto alveolar. Os pulmões são revestidos externamente por uma membrana chamada pleura. Subdividem-se em partes denominadas lobos, sendo que o esquerdo possui dois lobos e o direito possui três (GRAY, 1988; DANGELO E FATTINI, 2002).

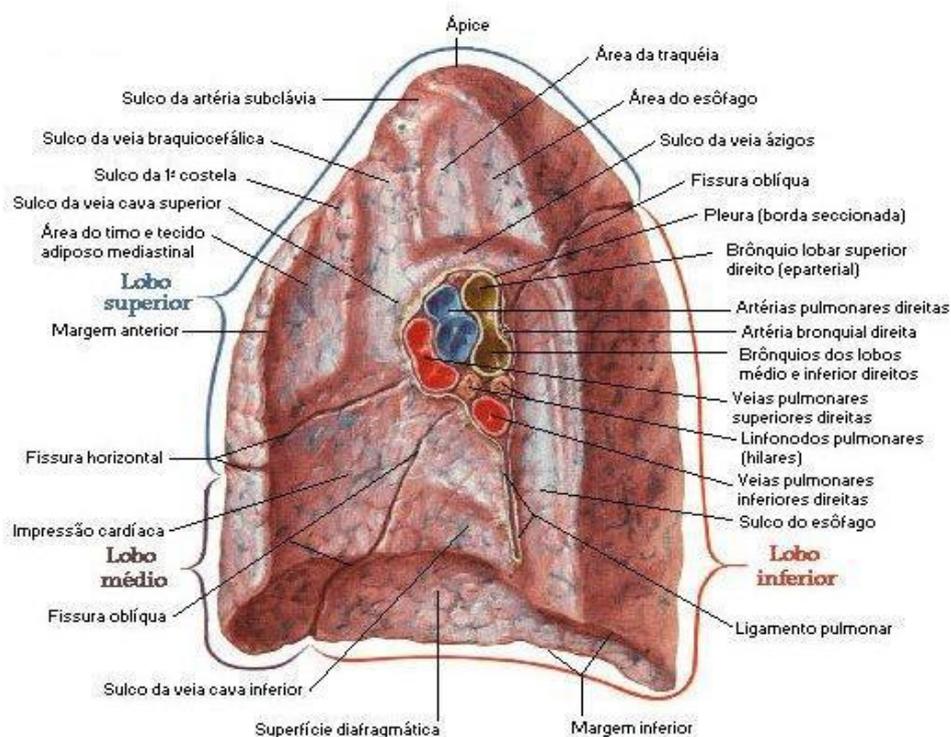


Figura 6: Face mediastinal do pulmão direito (NETTER, 2000).

Os lobos do pulmão direito são: o superior, o médio e o inferior, e são separados entre si por fendas profundas, as fissuras oblíqua e horizontal (Figura 6), enquanto que o pulmão esquerdo tem dois lobos, o superior e o inferior, apresentando apenas uma fissura, a oblíqua (Figura 7).

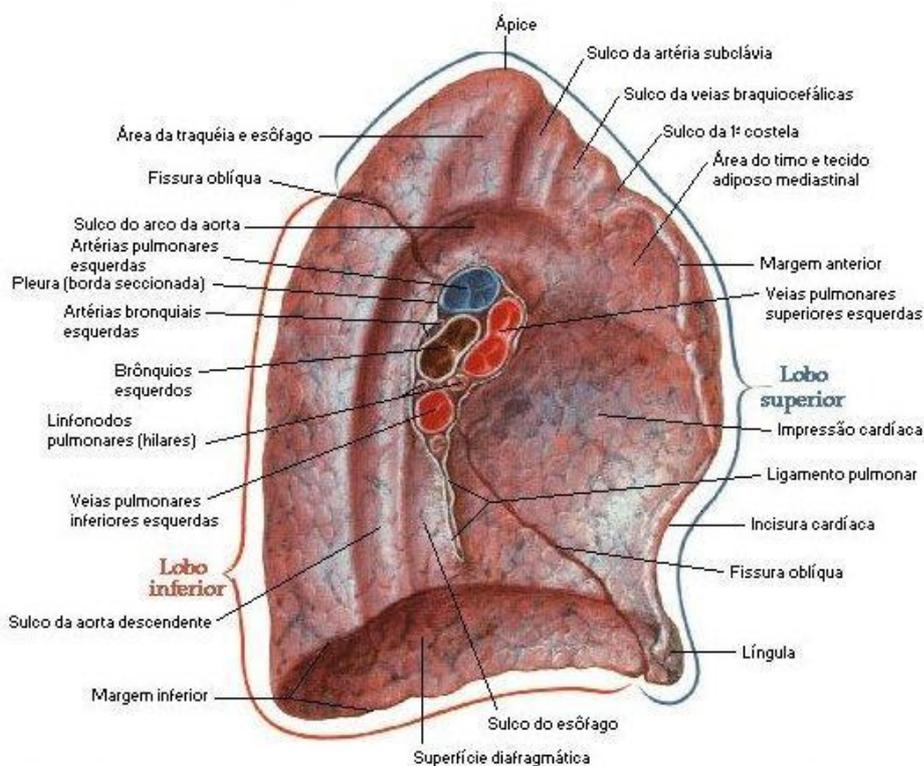


Figura 7: Face mediastinal do pulmão esquerdo (NETTER, 2000).

O pulmão direito pesa, normalmente, cerca de 625g e o esquerdo 567g, mas são encontradas muitas variações, dependendo da quantidade de líquido ou de sangue que eles podem conter. O pulmão direito é mais curto que o esquerdo devido a elevação do diafragma, com a presença do fígado, e é mais largo em consequência da posição do coração para o lado esquerdo (GRAY, 1998).

Cada lobo pulmonar é dividido em segmentos, sendo cada segmento a área de distribuição de um brônquio específico; este segmento é conhecido como segmento broncopulmonar e é ventilado por um brônquio segmentar (Figura 8). Eles estão separados por septos conjuntivos que são prolongamentos da pleura visceral. A Tabela 1 demonstra a classificação internacional dos segmentos broncopulmonares.

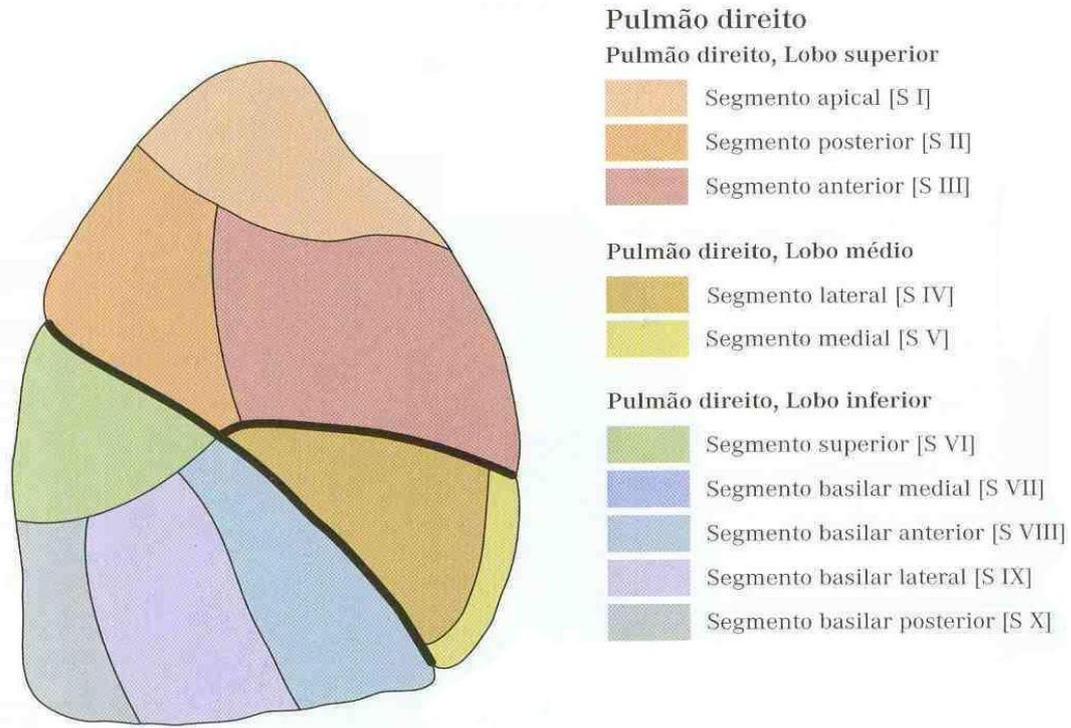


Figura 8: Demonstração dos segmentos broncopulmonares (FERNER, 1993).

Tabela 1: Distribuição internacional dos segmentos broncopulmonares (DANGELO E FATTINI, 2002).

PULMÃO DIREITO	PULMÃO ESQUERDO
LOBO SUPERIOR	LOBO SUPERIOR
Apical	Apicoposterior
Posterior	Anterior
Anterior	
LOBO MÉDIO	LÍNGULA
Lateral	Lingular superior
Medial	Lingular inferior
LOBO INFERIOR	LOBO INFERIOR
Apical (superior)	Apical (superior)
Basal medial	Basal anterior
Basal anterior	Basal lateral
Basal lateral	Basal posterior
Basal posterior	

2.4.7 Pleura

Cada pulmão é revestido por uma membrana serosa disposta em forma de saco invaginado e fechado. Uma porção desta membrana reveste a superfície dos pulmões penetra nas fissuras entre os lobos e é chamada de pleura visceral. O restante reveste toda a face interna da parede do tórax, cobrindo o diafragma e se refletindo sobre as estruturas que ocupam o meio do tórax; é conhecida como pleura parietal. As pleuras são contínuas uma com a outra ao redor de todo o pulmão formando entre elas forma-se um espaço conhecido como cavidade pleural (GRAY, 1988, DANGELO E FATTINI, 2002).

3 INTRODUÇÃO À RADIOLOGIA

3.1 HISTÓRIA DA RADIOLOGIA

Em 8 de novembro de 1895, o professor Wilhelm Conrad Röntgen, Mestre em Física e Reitor da Universidade de Würzburg, observando um estranho fenômeno enquanto trabalhava com raios catódicos e utilizando um tubo denominado Crookes-Hittorf em suas experiências com correntes de alta tensão, descobriu um novo tipo de raios, que, por desconhecer a sua origem, denominou de “Raios X”. Após a sua descoberta, durante três dias, Röntgen estudou algumas propriedades dos raios X que até hoje ainda permanecem nos conceitos por ele descritos.

Os novos raios são invisíveis e produzem fluorescência em certas substâncias; se propagam-se em linha reta; impressionam chapas fotográficas (à semelhança da luz); nunca são refletidos ou tratados por métodos experimentais, e diferem dos raios catódicos por não sofrerem desvios sob influência de um campo eletromagnético. O descobridor dos raios X nasceu em 27 de março de 1845 na pequena província de Lenep, vindo a falecer em 10 de fevereiro de 1923 na cidade de Munich, vitimado por um tumor maligno no duodeno, possivelmente devido a grande quantidade de radiação recebida nesta região, quando realizava seus estudos com os raios X (FREITAS, 2004).

3.2 PRODUÇÃO DOS RAIOS X

Os raios X são produzidos quando um feixe de elétrons com alta energia cinética proveniente do filamento (cátodo) colide com o alvo (ânodo). Em razão disso, o primeiro requisito para a produção de raios X é uma fonte geradora de elétrons. Estes elétrons deverão ser acelerados, ganhar energia cinética, o que é realizado pela diferença de potencial (tensão) aplicada aos dois pólos de um tubo de raios X (SELMAN, 1960).

Os transformadores empregam o fenômeno da indução eletromagnética, ou seja, a passagem de uma corrente elétrica através de uma bobina, que irá produzir

um campo magnético. A bobina ou transformador de alta-tensão é usado para prover o campo elétrico para a aceleração dos elétrons. Um outro de baixa-tensão é utilizado para aquecer o filamento do catodo (Figura 9).

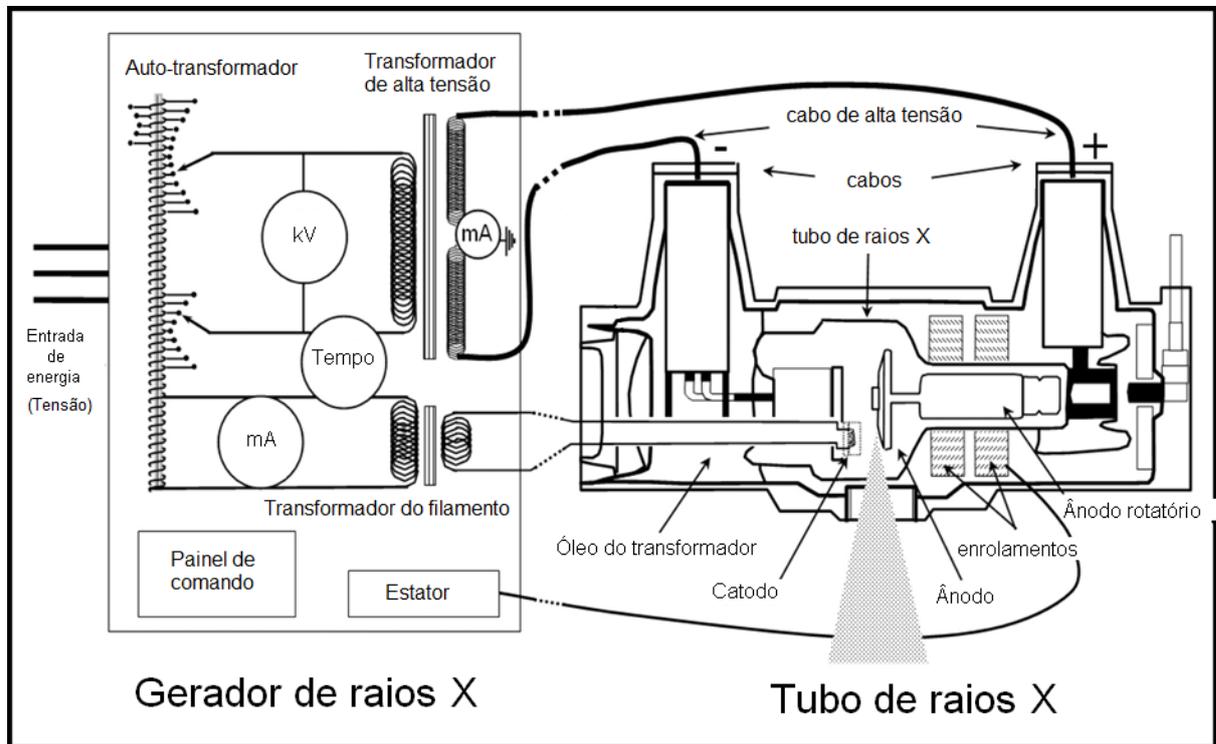


Figura 9: Desenho esquemático da produção de raios X (FREITAS, 2004).

Para a produção de raios X, três elementos são fundamentais: gerador de elétrons (fonte de elétrons), acelerador de elétrons e alvo. Estes elementos devem estar alojados em um ambiente total ou parcialmente rarefeito, no qual os elétrons serão acelerados (FREITAS, 2004).

Um dos elementos mais importantes para a produção dos raios X são os elétrons. Segundo Monnier (1981), Coolidge desenvolveu um tubo de raios X substituindo os elétrons obtidos no gás por um filamento de tungstênio aquecido pela passagem de uma corrente elétrica conhecida como emissão termoiônica. Nestes tubos de raios X os elétrons são acelerados por um campo elétrico formado entre o catodo e o anodo (alvo). Assim que os elétrons em alta velocidade são freados pelo alvo, parte de sua energia cinética se transforma em calor (99%) e outra parte em raios X (1%).

O material usado como anodo necessita preencher certos requisitos importantes para que ocorra a produção dos raios X, pois grande quantidade da energia utilizada se transforma em calor. O material deve possuir as seguintes características: alto número atômico, alto ponto de fusão e bom condutor de calor. Dentre os elementos, o tungstênio é o mais utilizado por ter todas as características citadas. Para não fundir, o dispositivo necessita de resfriamento através da inserção do tungstênio em um bloco de cobre que se estende até o exterior do tubo de raios X e fica imerso em óleo. Ele tem a função de resfriar e serve também como isolante, promovendo proteção ao tubo de raios X (Figura 10) (FREITAS, 2004).



Figura 10: Tubo de raios X (FREITAS, 2004).

3.2.1 Anodo Rotatório

Com o advento de técnicas radiográficas mais sofisticadas e para melhorar o resfriamento do alvo, atualmente alguns tubos de raios X possuem um anodo rotatório. Devido à sua rotação, o feixe de elétrons atinge o alvo sobre uma área maior sem alterar o seu tamanho real (área focal). O anodo consiste de um disco

inclinado colocado dentro do tubo preso por um eixo central chamado de rotor que gira a uma velocidade de 3000 a 10000 rpm (FREITAS, 2004).

3.3 FILMES RADIOGRÁFICOS

3.3.1 Constituição dos Filmes Radiográficos

O filme radiográfico é o meio usado para registrar a imagem depois de ter sido exposta à radiação e processado nas soluções adequadas. O filme radiográfico é formado por uma base de poliéster, coberta em um ou ambos os lados com gelatina impregnada de sais halogenados de prata, formando a parte sensível do filme e, sobre esta, a capa protetora, que têm como função de proteger a emulsão em contato com as forças mecânicas durante a manipulação. A emulsão é colocada em ambos os lados da base do filme, para proporcionar alta sensibilidade aos mesmos, processamento e secagem no menor tempo possível. A gelatina que forma a emulsão é impregnada de diminutos cristais de sais halogenados (brometo ou iodeto) de prata. Além disso, o filme é protegido por um equipamento metálico, conhecido como intensificador de imagem (écran). (FREITAS, 2004) (Figura 11).

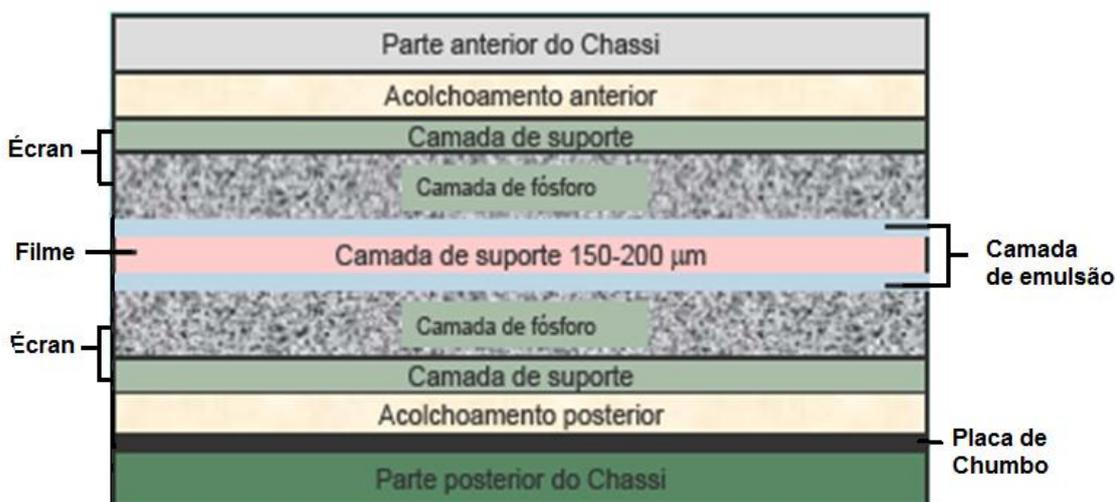


Figura 11: Esquema de representação das camadas do filme e do écran.

3.3.2 Tamanhos dos Filmes Radiográficos

Para cada exame radiológico é proposto um filme ideal para avaliação da estrutura a ser analisada pelo médico especialista. Os filmes podem variar de tamanho e contraste, e isto depende do fabricante e da marca. Os tamanhos e formatos (Tabela 2) são estabelecidos de acordo com a norma DIN (Normas Industriais Alemãs) 6831 de Fevereiro de 1974, como também a norma DIN 6832 de Julho de 1973 .

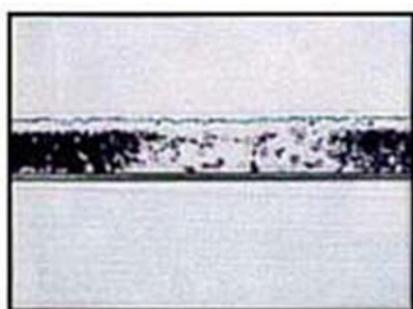
Tabela 2: Formatos nominais normalizados para filmes, écrans e chassis (HOXTER, 1977).

TAMANHOS PADRONIZADOS
13 cm x 18 cm
15 cm x 40 cm
18 cm x 24 cm
20 cm x 40 cm
20 cm x 96 cm
24 cm x 24 cm
24 cm x 30 cm
30cm x 30 cm
30 cm x 40 cm
30cm x 90 cm
30 cm x 120 cm
35 cm x 35 cm
35 cm x 43 cm

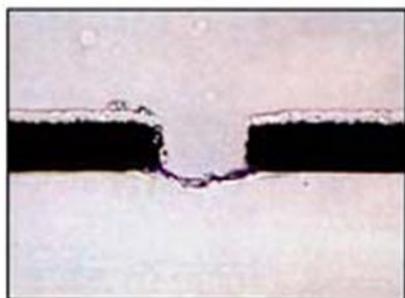
3.3.3 Armazenamento dos Filmes Radiográficos

A garantia de qualidade geralmente envolve vários testes de controle de qualidade que devem ser executados pelos técnicos de radiologia. Há, no entanto,

outros fatores importantes para se obter imagens de alta qualidade e longa duração. Um fator geralmente subestimado é a armazenagem de filmes não processados e processados. Uma vez que a armazenagem incorreta pode comprometer seriamente a qualidade e a estabilidade de uma imagem, é essencial enfatizar a importância da armazenagem e manipulação cuidadosa (Figura 12) (LEMKE, 2006).



Visualização ampliada da secção transversal demonstra a camada de emulsão do filme radiográfico intacta.



Visualização ampliada da secção transversal de um artefato provocado pela agressão na gelatina e emulsão do filme

Figura 12: Corte transversal de um filme sem e com descontinuidade de emulsão (LEMKE, 2006).

Todos os filmes devem ser mantidos longe de fontes de calor, armazenados em um local frio e seco com temperatura entre 10° e 21°C. As caixas de filme abertas devem estar em ambientes com umidade relativa entre 30% e 50%, devendo ser preservada a distância a processos químicos e físicos. Elas devem ser apoiadas sempre em posição vertical (FREITAS, 2004; LEMKE, 2006).

3.4 PLACAS INTENSIFICADORAS (ÉCRANS)

São constituídas de pequenos cristais fluorescentes de platinocianeto de bário ou tungstato de cálcio, formando com gelatina uma camada uniforme sobre uma

base rígida. Os cristais fluorescentes são usados nas placas intensificadoras pelo fato de serem estáveis e proporcionarem uma luminescência sob a ação dos raios X, que aumenta seu efeito fotográfico, diminuindo conseqüentemente o tempo de exposição nas tomadas radiográficas (FREITAS, 2004).

Quanto maior este cristal fluorescente, menor a quantidade de raios X necessária para produzir a imagem radiográfica e menor será o detalhe. Dependendo do tamanho destes cristais fluorescentes, podemos classificar as placas intensificadoras, segundo a sensibilidade, em: rápidas, médias e lentas. O mais utilizado é o écran médio, que é duas vezes mais sensível que o lento e tem metade da velocidade do rápido, em compensação, a que apresenta maior detalhe é a placa intensificadora lenta (LEMKE, 2006; PROTO, 1978; MALKI, 2003).

Para a utilização das placas intensificadoras é necessário o uso de um porta-filme metálico, conhecido como chassi, que deve ser carregado na câmara escura e fechado com perfeição para inibir a entrada de luz e permitir o contato íntimo do écran-filme (ver Figura 11).

A falta de limpeza das placas intensificadoras resulta na produção de defeitos sobre a radiografia final. Para limpar, deve-se usar algodão umedecido em água e sabão neutro, em seguida remover o sabão e secar com ar seco para evitar defeitos nas peças (Figura 13) (FREITAS, 2004; PACHECO, 2007).



Figura 13: Aspecto interno dos chassis (écrans) (imagem digitalizada).

3.5 PROCESSAMENTO DO FILME RADIOGRÁFICO

Na formação da imagem radiográfica algumas propriedades dos raios X são importantes pois, conseguem sensibilizar os sais halogenados de prata, penetrar corpos opacos à luz e fluorescer certa substância. O grau de absorção dos raios X depende do comprimento de onda, composição, espessura e densidade do objeto (McENTEE, 2004).

Os corpos que não apresentam resistência à passagem dos raios X, radiograficamente, originam a imagem radiolúcida (escura), e os que apresentam esta resistência, as imagens são radiopacas (claras). As imagens possuem escala de radiopacidade ou radioluminescência.

Os cristais halogenados de prata existentes na emulsão de um filme modificam-se quando absorvem fótons de raios X. O resultado disto é a precipitação, ou seja, a formação de uma película de prata em cada cristal atingido pela radiação, formando a imagem latente, antes de ser processada (FREITAS, 2004).

Para obter um melhor resultado no processamento do filme é ideal seguir todas as recomendações do fabricante do produto. As maneiras mais adequadas de se abreviar o tempo gasto para o processamento das radiografias são: uso de soluções aquecidas, transporte automático de filmes pelas soluções, agitação dos líquidos de processamento, uso de soluções energéticas ou concentradas e combinação de métodos.

Dependendo do tipo de máquina processadora, o tempo total de processamento é de 2 a 7 minutos de seco a seco (Figura 14). A temperatura dos produtos deve ser elevada de 30° a 35°C (FREITAS, 2004).



Figura 14: Aspecto da processadora automática com a entrada para revelação (imagem digitalizada).

3.5.1 Solução Reveladora

Converte a imagem latente em imagem visível. Atua preferencialmente nos sais de prata metálica que foram sensibilizados aos raios X (FREITAS, 2004).

3.5.2 Solução Fixadora

A ação do líquido fixador é dissolver os sais de prata que não foram expostos aos raios X, permanecendo imunes ao revelador. Outra característica desta solução é endurecer a gelatina para que o filme apresente resistência à abrasão e seque rapidamente (FREITAS, 2004).

3.5.3 Lavagem Final

A finalidade deste banho em água corrente é a de remover do filme os compostos químicos do fixador.

3.5.4 Secagem

O filme é levado diretamente do revelador para o fixador e deste para a lavagem final, e na sequência para a secagem. Logo na entrada do filme no revelador, deve existir uma atenção especial, para que ele não fique aderido aos cilindros de transporte. A temperatura da secagem gira em torno de 55°C.

3.6 CÂMARA ESCURA

Para um correto processamento radiográfico, é necessário um local adequado para que a luz não influa em sua emulsão e não provoque velamento no resultado final (MAGALHÃES, 2002; FREITAS, 2004).

Uma câmara escura deve conter mesa manipuladora, suportes, colgaduras, filtros ou luzes de segurança, tanques, termômetros de imersão, relógio-alarme, negatoscópio, estufa de secagem, bastões para manipulação, separador de filmes ou passa-chassis e armários. Os tanques devem ter tamanhos adequados e possuir tampas. As lanternas ou luzes de segurança devem ser cobertas com gelatina com cor e densidade recomendadas pelo fabricante do filme, a luz de segurança deve possuir uma lâmpada incandescente de 15 watts, situada acima da área de trabalho, respeitando uma distância mínima de 150 centímetros. A sala deve ser de fácil acesso, vedação de luzes total e temperatura em torno de 10°C a 21°C e umidade relativa do ar no ambiente de 30% a 50% (MAGALHÃES, 2002; FREITAS, 2004).

4 ESTADO DA ARTE

4.1 INTRODUÇÃO À TÉCNICA RADIOGRÁFICA

Segundo Fraser e Paré (1974), alguns pacientes apresentam sintomas e sinais virtualmente patognomônicos de alguns transtornos torácicos, porém a confirmação do diagnóstico exige a presença da imagem radiográfica peculiar.

A radiografia de tórax continua a ser o meio de diagnóstico mais utilizado nos exames com radiações ionizantes na população mundial, por ser um exame útil, pouco invasivo e de baixo custo, e isto corresponde em torno de 30% a 50% das radiografias, mesmo após grandes avanços tecnológicos no âmbito de diagnóstico por imagem (NARAHASHI, 2006; AZEVEDO, 2003; KALIFAH, 2004; OLIVEIRA, 2004; SULIMAN, 2006).

Em 27 equipamentos de raios X distribuído em São Paulo, são realizados 1,7 milhões de exames radiológicos anualmente. Deste total, 49% correspondem ao exame do tórax. Os exames na região torácica correspondem aproximadamente um terço (31,7%) do total de exames radiológicos realizados anualmente no estado de São Paulo. Dentre desse tipo, as projeções pósterio-anterior e lateral ou perfil, são as mais frequentes, 66,6% e 30,4%, respectivamente (YOSHIMURA, 2002).

4.1.1 Incidências de Tórax

A radiografia padrão de tórax varia em diferentes serviços, mas devem consistir, no mínimo, de duas incidências básicas, uma pósterio-anterior e outra lateral (KOTSUBO, 2003, AZEVEDO, 2003).

Para o exame de tórax em pósterio-anterior é necessário seguir os seguintes parâmetros: paciente em posição ortostática, com a face anterior do corpo encostada no mural *bucky*, e apoiando os dorsos dos punhos na região posterior da crista ilíaca, com os cotovelos elevados para frente de modo que se desloque as escápulas do sistema esquelético do tórax lateralmente; plano mediano sagital sobre a linha central da estativa, com distância foco-filme de 180 cm; raio central do tubo

perpendicular na horizontal, e no nível da base das escápulas ou na linha que une os mamilos em ântero-posterior, incidindo sobre a apófise espinhosa; dependendo da estrutura torácica de cada paciente utilizam-se filmes de tamanho 30x40cm, 35x35cm ou 35x43cm, de preferência na posição transversal; inspiração profunda e para maximizar a imagem, o bordo do filme superior deve projetar a 3 cm acima dos ombros e, além de observar a inspiração total na hora do disparo, o paciente não deve erguer os ombros (Figura 15) (BONTRAGER, 2000).



Figura 15: Posicionamento do paciente para a radiografia de tórax em PA (MEIRELLES, 2005).

Na radiografia, as clavículas deverão situar simetricamente em posição baixa expondo o ápice de cada hemitórax, e as escápulas afastadas, visualizando toda área do campo pleuropulmonar (Figuras 16 e 17).



Figura 16: Radiografia de tórax em PA (VIRGINIA, 2003).

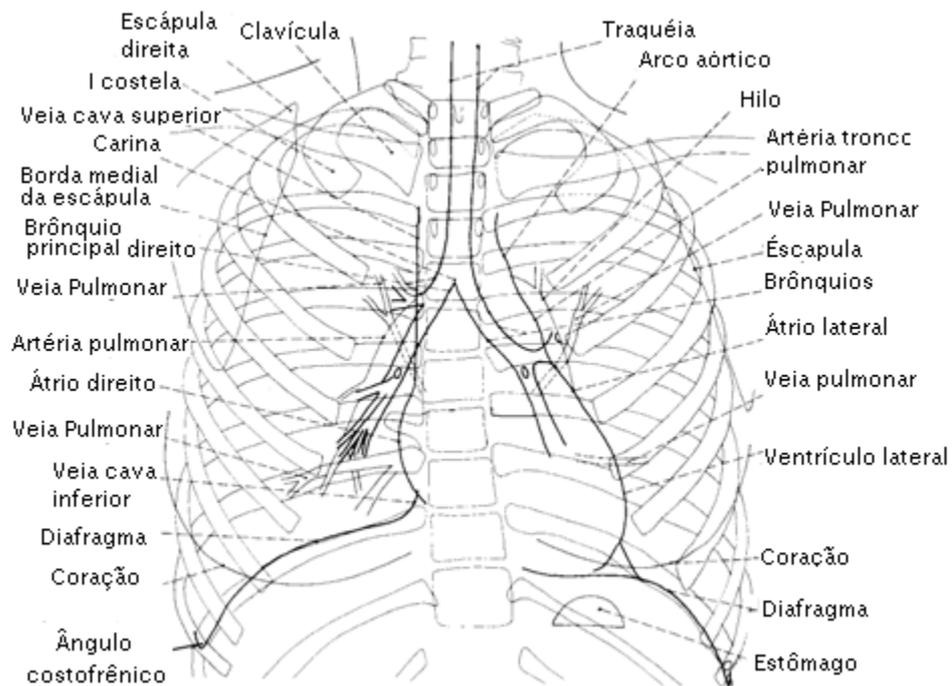


Figura 17: Demonstração anatômica em posição radiográfica em PA (VIRGINIA, 2003).

Na incidência de tórax em perfil, o paciente deve permanecer em posição ortostática, corpo ereto completamente, com o lado a ser radiografado encostado no filme, os dois braços cruzados sobre a cabeça, as superfícies anterior e posterior do tórax devem estar perpendiculares ao plano do filme e dentro dos bordos laterais do chassi (Figuras 18 e 19) (BONTRAGER, 2000).



Figura 18: Radiografia de tórax em Perfil (VIRGINIA, 2003).

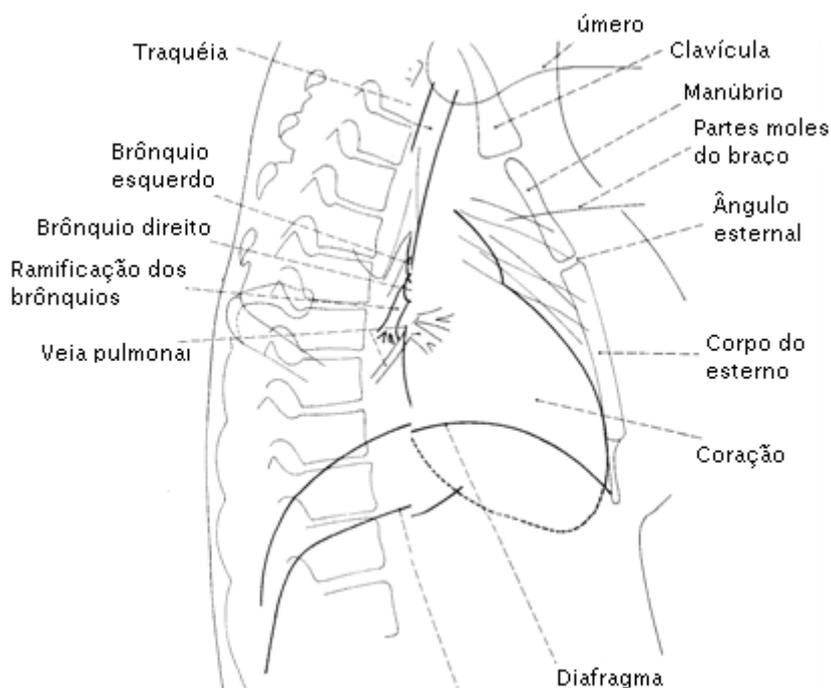


Figura 19: Demonstração anatômica em posição radiográfica em Perfil (VIRGINIA, 2003).

O tempo de exposição deve ser curto, para dar a nitidez desejada da silhueta cardiovascular alterada pelas contrações cardíacas e movimentos respiratórios (OSIBOTE, 2006; SULIMAN, 2006, PROTO, 1978; MACMAHON, 1994, NEY-OLIVEIRA, 2004).

4.1.1.1 Alinhamento

Para que o exame esteja bem centrado, as bordas mediais das clavículas devem estar equidistantes do centro da coluna. Além disto, as escápulas devem estar fora do campo pulmonar (LEAL, 2007; MEIRELLES, 2005).

4.2 FORMATO DOS CRITÉRIOS RADIOGRÁFICOS

A atenuação do feixe de raios X dentro do corpo depende de quatro grandes critérios: a densidade, a espessura da parte, o número atômico dos tecidos e da energia dos raios X. Destes quatro fatores, só é possível radiograficamente alterar somente um, a energia dos raios X. Portanto, a alteração dos feixes energéticos dos raios X constitui uma parte importante da prática radiográfica. A variação do feixe energético influencia diretamente no contraste radiográfico (McENTEE, 2004).

Sempre que uma radiografia é feita, o técnico ou o radiologista ajusta três variáveis ou fatores de exposição no painel de controle do aparelho de raios X. Essas três variáveis ou fatores de exposição, por vezes referidos como fatores de exposição ou de técnica, são os seguintes: 1. pico de quilovoltagem (kVp), 2. miliamperagem (mA) e 3. tempo de exposição (s). A miliamperagem (mA) e o tempo (s) são geralmente combinados em miliamperes por segundo (mAs), o que determina a quantidade de raios X emitidos pelo tubo a cada tempo de exposição (BONTRAGER, 2000).

Cada um desses fatores de exposição possui um efeito específico de controle sobre a qualidade da imagem radiográfica. Além de ser capaz de posicionar corretamente o paciente, o técnico/radiologista precisa conhecer certos fatores que

influenciam a qualidade da imagem e sua relação com esses fatores ou variáveis de exposição (MEIRELLES, 2005).

A qualidade da imagem nas radiografias torácicas pode ser avaliada separadamente através das características dos órgãos, tais como contraste e densidade no filme, e os detalhes das imagens obtidas podem ser afetados com a resolução espacial inadequada. As normas estabelecidas pelo *American College of Radiology* especificam que a quilovoltagem devem estar na faixa de 120-150 kVp, pois a alta qualidade das radiografias de tórax convencionais podem estar relacionadas com a utilização de quilovoltagem elevada (120-150 kVp), em combinação com grade de alta qualidade 12:1. O uso da quilovoltagem alta está associado a uma diminuição de fatores técnicos radiográficos, como exemplo o contraste. O contraste é um fator importante, pois é uma fonte potente para ocasionar erros que poderá ocorrer na aquisição de imagem. Em princípio, é possível obter alta qualidade nas radiografias de tórax sem o uso de equipamentos sofisticados (PROTO, 1978; MALKI, 2003).

O técnico ou o radiologista deve avaliar todos os parâmetros seguindo um padrão estabelecido pelo Comitê Europeu de Radiologia para determinar a qualidade alcançada na produção de imagens. Um método sistemático foi criado para ensinar como avaliar as radiografias:

Estruturas mostradas: descrever precisamente as partes e estruturas anatômicas que devem ser claramente visualizadas na radiografia, sem presença de materiais que alterem a imagem (artefatos); sobreposições de estruturas anatômicas que prejudicam no diagnóstico pleuro-pulmonar devem ser reposicionadas pelo técnico (DALLEDONE, 1987).

Posição: geralmente descreve o posicionamento da parte do corpo em relação ao filme e fatores de posicionamento que são importantes para a incidência.

Colimação e Raio Central (RC): descrevem as bordas da colimação em relação àquela parte do corpo para radioproteção do técnico e do paciente envolvido e a localização exata do raio central na estrutura a ser analisada.

Crítérios de exposição: descreve como os fatores de exposição ou técnicas (kVp, mA e tempo) podem ser estimados para uma exposição otimizada daquela parte do corpo.

Marcadores de imagem: uma quinta área crítica de análise envolve os marcadores de imagem. Os marcadores servem para identificar o paciente, e os lados Direito (D) e Esquerdo (E) de uma estrutura anatômica (BONTRAGER, 2000).

A Tabela 3 demonstra os critérios mínimos para a execução adequada de uma radiografia torácica, segundo a Comissão das Comunidades Européias.

Tabela 3: Critérios de imagem segundo a Comissão das Comunidades Européias para exames do tórax nas projeções PA e perfil (*COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES*, 1996).

Tórax – PA

- 1 – Executada em inspiração profunda e apnéia
 - 2 – Reprodução simétrica do tórax sem rotação ou basculação
 - 3 – Borda medial das escápulas fora dos campos pulmonares
 - 4 – Reprodução de todo o gradil costal acima do diafragma
 - 5 – Reprodução nítida da vascularização pulmonar
 - 6 – Reprodução nítida da traquéia e parte proximal dos brônquios
 - 7 – Reprodução nítida do diafragma e ângulos costo-frênicos
 - 8 – Reprodução nítida do coração e aorta
 - 9 – Visualização da área retrocardíaca dos pulmões e mediastino
 - 10 – Visualização da coluna através da sombra cardíaca
-

Tórax – Perfil

- 1 – Executada em inspiração profunda e apnéia
 - 2 – Os braços devem estar elevados liberando o tórax
 - 3 – Superposição das bordas posteriores dos pulmões
 - 4 – Reprodução da traquéia
 - 5 – Reprodução dos ângulos costofrênicos
 - 6 – Reprodução nítida da borda posterior do coração, aorta e mediastino
 - 7 – Reprodução nítida do diafragma, esterno e coluna torácica
-

4.3 REPETIÇÕES DE EXAME

Segundo Malki (2003) as taxas de repetições radiográficas no tórax são os mais relevantes, correspondendo a cerca de 31,93%. Foi encontrada em valor indesejável a taxa de repetições de exames em crianças e bebês.

A cada seis anos, ao passar por um diagnóstico médico cada paciente tem pelo menos um filme retomado. Assim, é importante para avaliação das principais razões de repetições radiográficas verificar a frequência e determinar as principais razões para a sua causa, de modo que o excesso de exposições aos pacientes seja minimizado. Um estudo revela que 26% dos filmes que foram repetidos incluem crianças e lactantes o que aumenta consideravelmente os riscos genéticos à população. Calcula-se que aproximadamente 21% das doses de radiação poderão ocasionar efeitos somáticos e cerca de 10% do total das doses podem gerar efeitos genéticos em procedimentos médicos inadequados (MALKI, 2003).

Os valores médios de dose de entrada na pele (ESD) para pósterio-anterior e perfil de tórax foram 0,22 mGy (de 0,07 a 0,61mGy) e 0,98 mGy (0,30 a 4,01mGy), respectivamente. A média de doses no órgão por análise completa pósterio-anterior e perfil foi 0,15 mGy e 0,24 mGy para tireóide e pulmão, respectivamente. Muito pode ser feito para minimizar ao paciente por ESD, com adequações nos parâmetros físicos, sem que ocorra a perda da qualidade de imagem (YOSHIMURA, 2002).

Para avaliar esses fatores e orientar os profissionais, normas nacionais e internacionais de radioproteção surgiram com a finalidade de minimizar os possíveis efeitos nocivos da radiação X e, por meio de leis, regulamentos e diretrizes têm indicado a necessidade de programas de garantia de qualidade (LEMKE, 2006; HOMER, 2005).

Em relação aos critérios de qualidade estabelecidos pelas Comunidades Européias (Tabela 3), certamente uma radiografia na qual todos os critérios estejam adequados servirá para o melhor diagnóstico. Uma boa radiografia depende, basicamente, do bom treinamento do técnico que a realizará, o qual, na ausência do radiologista, deverá ter a capacidade de decidir se ficou ou não adequada, o que se torna mais fácil se os critérios de qualidade forem conhecidos (OSIBOTE, 2006).

Para reduzir a taxa de repetições de exames é necessário seguir um padrão de recomendações: (1) A instalação do aparelho de raios-X deverá cumprir as exigências dos aspectos operacionais. (2) Os pacientes pediátricos devem ser tratados com cuidados especiais e técnicas adequadas. (3) A sala de câmara escura deve estar em condições como devem ser seguidos os procedimentos adequados para processamento de imagem. (4) Os cursos de reciclagem para técnicos devem ser anuais. (5) A garantia e o controle de qualidade dos programas de imagiologia devem ser implementados. A colimação adequada e a filtração, a otimização de kVp, o tubo e o tempo de exposição podem contribuir significativamente para melhorar a qualidade do filme e reduzir repetição. (6) Uma análise no programa deverá ser realizada periodicamente. (7) A instalação, o equipamento ou as práticas deveriam ter uma licença de uma autoridade adequada, com base de segurança e proteção (MALKI, 2003).

A razão da repetição dos exames radiológicos pode ser devido a seis principais fatores:

Superexposição – a informação das densidades das estruturas é afetada devido à incorreta seleção do fator de exposição.

Subexposição – a imagem global de densidades visíveis, pode ser tão baixa que as informações sobre diagnósticos podem estar ausentes devido a incorreta seleção de exposição.

Processamento de filmes – inaceitáveis as radiografias com resultados de falhas no processamento, condições da câmara escura, marcas dos rolos, filmes colados uns aos outros, presença de linhas e manchas nos écrans (MAGALHÃES, 2002).

Movimento do paciente – resolução pobre devido a itens como circulação, movimento respiratório e falta de colaboração dos pacientes.

Posicionamento inadequado – seleção do feixe errado, cone ou diafragma, com o filme em uma posição incorreta enquanto a exposição foi feita ou o fracasso de empurrar a bandeja corretamente.

Outras – tais como radiopacidades ocultando as áreas de interesse, por exemplo, jóias no paciente, imagens fantasmas, intestino sem preparo, filme dobrado no interior do cassete, exposição dupla em único filme, defeitos e ausência de grade antidifusora e entrada de luzes no chassi-filme (MALKI, 2003).

Dentre os fatores citados, a superexposição, a subexposição, o posicionamento e conduta técnica são os principais contribuintes para a repetição dos exames e conseqüentemente uma exposição crescente do paciente à radiação (MALKI, 2003).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o levantamento estatístico das falhas técnicas radiológicas encontradas nas radiografias de tórax selecionadas, não foram levadas em consideração a história clínica do paciente e nem as suas informações pessoais como raça, altura, peso, idade, sexo e doenças prévias e concomitantes.

Neste estudo, também não foram consideradas as técnicas utilizadas para a obtenção das radiografias como a miliamperagem, quilovoltagem, a corrente, a distância foco-filme e os produtos químicos utilizados na processadora dos filmes.

Realizamos com o auxílio de um médico Pneumologista, um estudo das principais falhas que geralmente são observadas nas radiografias de tórax, seguindo os critérios de imagem da Comissão das Comunidades Europeias para exames do tórax nas projeções PA e perfil e as classificamos como mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Principais falhas cometidas na realização de radiografias torácicas.

FALHAS	DESCRIÇÃO DAS FALHAS
F1	Diversos erros radiográficos: considerado acima de 2 erros para repetição do exame.
F2	Processamento de revelação, tipo de filme e qualidade dos chassis/écrans inapropriados.
F3	Posicionamento inadequado do paciente para radiografia do tórax.
F4	Filmes com subexposição: fatores técnicos inclusos.
F5	Filmes com superexposição: fatores técnicos inclusos.
F6	Artefatos e corpos estranhos.
F7	Dupla exposição em um único filme.
F8	Conduta técnica inadequada: uso incorreto dos equipamentos radiológicos.

As imagens a seguir demonstram as principais falhas técnicas observadas em radiografias de tórax realizadas inapropriadamente e que devem ser repetidas: processamento de revelação, tipo de filme e qualidade dos chassis/écrans inapropriados (Figura 20), diversos erros radiográficos em única imagem (Figura 21), posicionamento inadequado para a incidência do tórax (Figura 22), filme subexposto

(Figura 23), filme superexposto (Figura 24), presença de artefatos e corpos estranhos (Figura 25), dupla exposição em um único filme (Figura 26) e conduta técnica inadequada: uso incorreto dos equipamentos radiológicos (Figura 27) (Tabela 4).

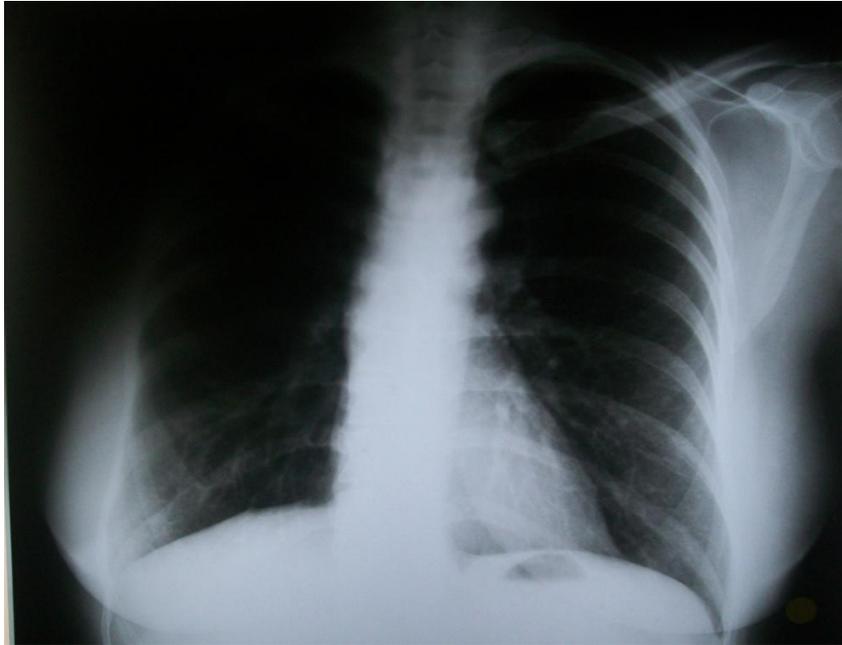


Figura 20: Entrada de luz na emulsão dos filmes radiográficos (radiografia digitalizada).

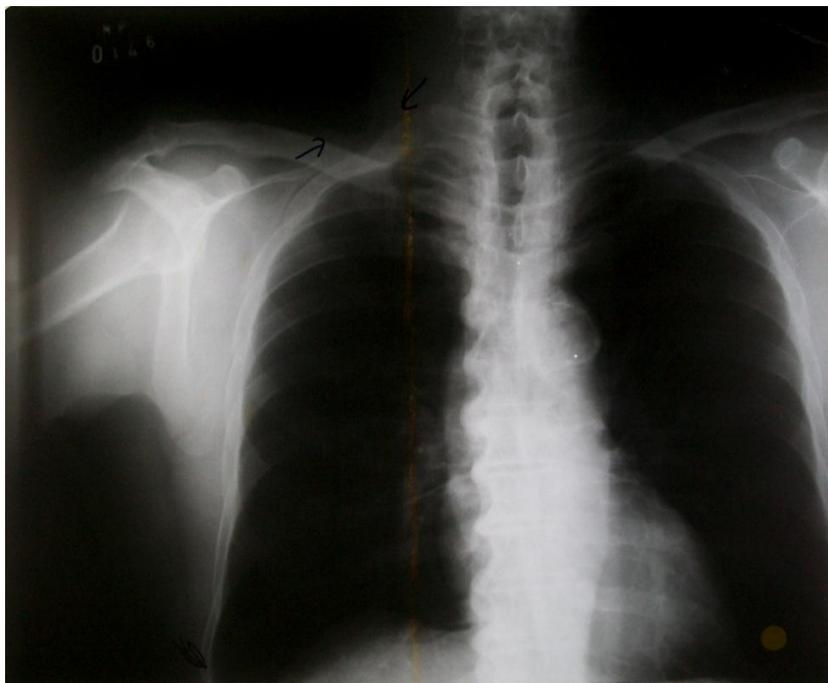


Figura 21: Radiografia com superexposição, posicionamento incorreto do paciente, perda de informações anatômicas e artefatos de processamento da imagem (radiografia digitalizada).



Figura 22: Radiografia com posicionamento incorreto do paciente com perda de informações anatômicas (radiografia digitalizada).

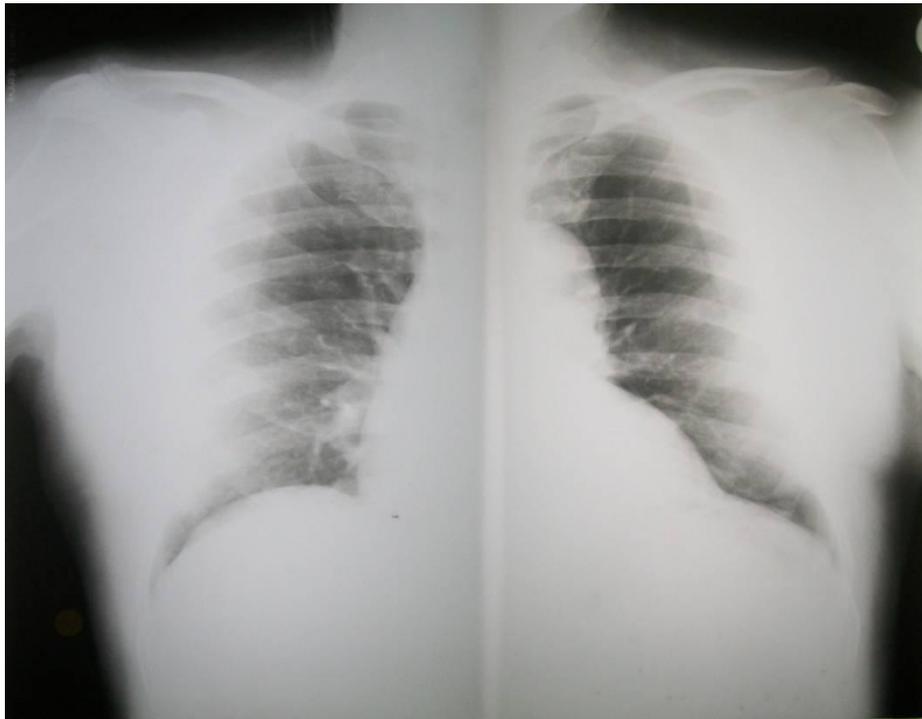


Figura 23: Radiografia subexposta (radiografia digitalizada).



Figura 24: Radiografia superexposta (radiografia digitalizada).

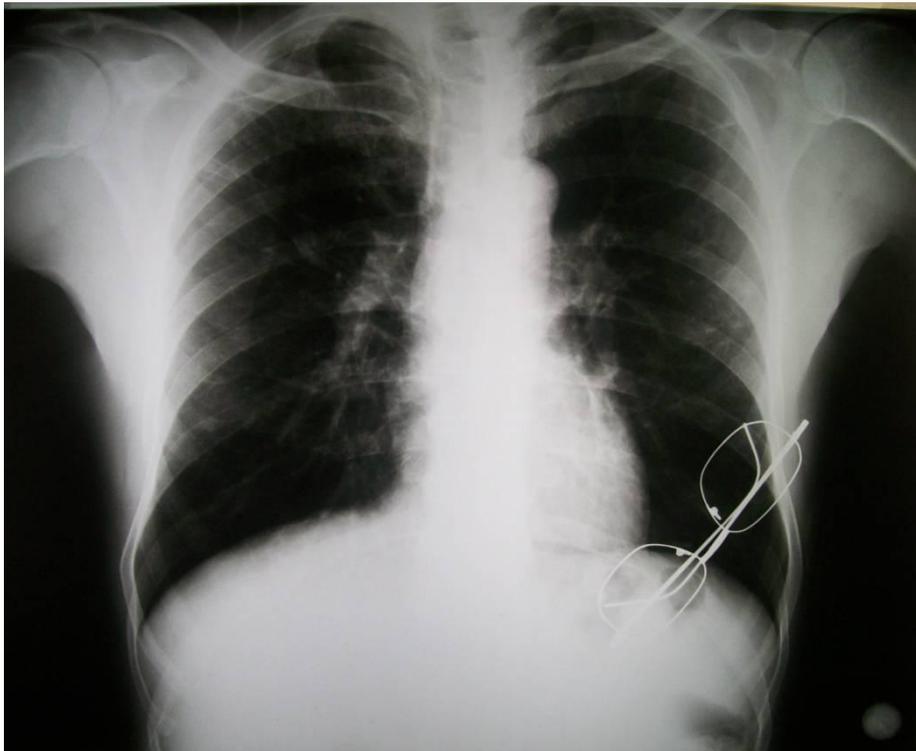


Figura 25: Radiografia com presença de artefato metálico (óculos) (radiografia digitalizada).



Figura 26: Radiografia com exposição dupla em único filme (radiografia digitalizada).

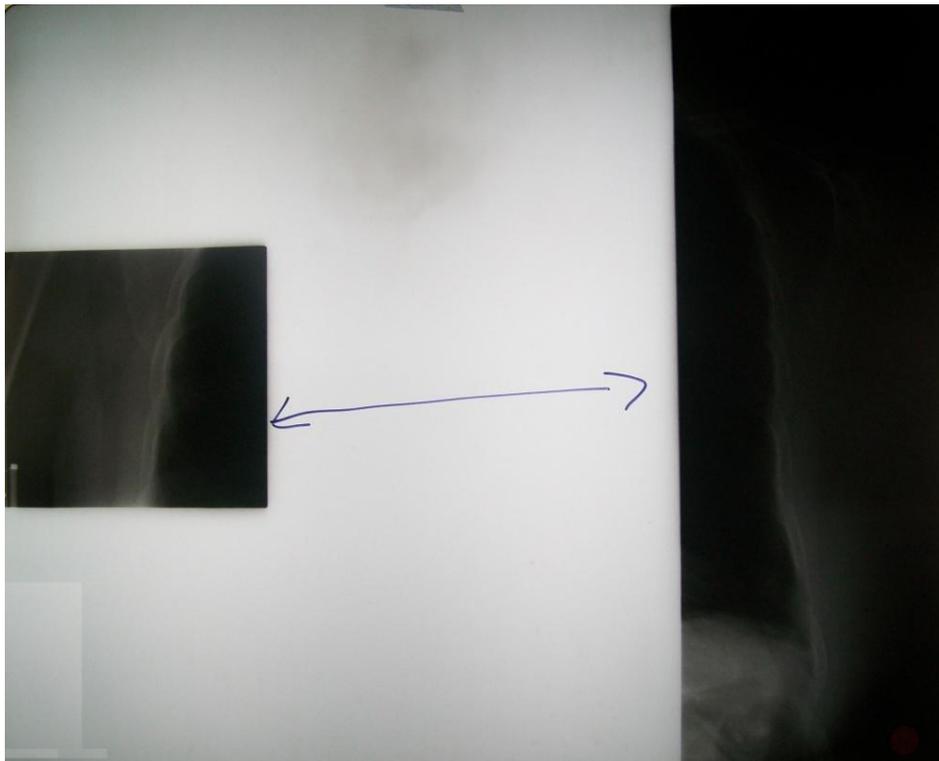


Figura 27: Posição incorreta da grade antidifusora, acometida pela conduta técnica inadequada (radiografia digitalizada).

A primeira coluna da Tabela 7 representa o número da radiografia e as outras colunas representam as falhas de acordo com a classificação da Tabela 4. Segundo as falhas apresentadas nas radiografias a coluna correspondente foi preenchida com **1** (representando a presença de falha) ou **0** (ausência de falha).

Desta forma, para cada hospital foi construída uma tabela.

Tabela 7: Demonstração das falhas encontradas em algumas radiografias do hospital 1.

FALHAS								
Radiografia	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
R1	1	0	1	1	0	1	0	1
R2	1	0	1	1	0	1	0	0
R3	1	0	1	0	0	1	0	1
...								

De posse de todos os dados contidos nas tabelas de cada hospital foi feito um levantamento estatístico utilizando a distribuição de *Poisson* e o coeficiente de correlação *Pearson* para verificar e avaliar qual a frequência com que as falhas técnicas ocorreram nas radiografias de tórax. Os métodos estatísticos que foram utilizados para validar os dados estão descritos a seguir.

5.1 Distribuição de *Poisson*

Determina uma distribuição de probabilidade discreta que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorridos em um determinado período de tempo, se estes eventos ocorrem com uma taxa média conhecida e caso cada um seja independentemente do tempo decorrido desde o último evento. Geralmente, utiliza-se a distribuição de *Poisson* como aproximação de experimentos binominais onde o número de testes é muito alto, mas a probabilidade de êxito é baixa. Esta probabilidade é dada pela equação (1) (VIEIRA, 2008):

$$P(X) = \frac{\lambda^X \cdot e^{-\lambda}}{X!} \quad (1)$$

Onde:

$X = 1, 2, 3 \dots$ (números inteiros não-negativos);

$P(X)$ = representa a probabilidade de X ocorrências em um intervalo;

λ = valor esperado ou número médio de ocorrências em um intervalo;

$e = 2,71828$ (valor constante);

5.2 Coeficiente de Correlação *Pearson*

O coeficiente de correlação de *Pearson* é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis. E para realizar as comparações, será construída uma matriz de correlação entre os dados obtidos (VIEIRA, 2008; DÍAZ, 2007).

O coeficiente de correlação de *Pearson* é normalmente representado pela letra r e a sua fórmula de cálculo é:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}} \quad (2)$$

Onde:

r = é o coeficiente de correlação de *Pearson* compreendido no intervalo [-1,1];

i = é o número de frequências relativas;

X_i, Y_i = são os valores das variáveis X e Y ;

\bar{X}, \bar{Y} = são respectivamente as médias dos valores X_i e Y_i .

Uma vez que duas variáveis são envolvidas, isto é chamado de uma população bivariada. E para testar o quanto os coeficientes de correlação são significantes será utilizado o teste-*t*, dada pela equação 3:

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

Onde:

t = é o valor de *t* para o coeficiente de correlação de *Pearson r*. A significância, α , foi escolhida 0,05, com $N-2 = 6$ graus de liberdade, obtem-se o valor de *t*. Neste caso o *t* crítico, t_c , é igual a 1,943, neste caso (VIEIRA, 2008).

5.3 Teste *Kolmogorov-Smirnov (KS)*

Utilizando o teste não-paramétrico de *Kolmogorov-Smirnov (KS)* pode-se avaliar, se as distribuições de frequências relativas de duas amostras independentes podem ser consideradas de uma mesma população.

A hipótese nula do teste de *KS* é H_0 : *As distribuições acumuladas das proporções de falhas das duas amostras pertencem a mesma população.*

O método consiste em encontrar a maior diferença, D_j , entre as frequências acumuladas, $S(f_i)$, para cada tipo de falha F_j dada pela equação 4.

$$D_j = \max |S(f_l) - S(f_k)| \quad (4)$$

Se o valor de D_j for maior do que o valor crítico, c , tabelado, então as distribuições não são oriundas de uma mesma população. Por outro lado, se D_j for menor do que c , então a hipótese nula, H_0 , é aceita com um certo nível de significância escolhido para o teste em questão.

6 RESULTADOS

Os gráficos das Figuras 28 a 32 demonstram as distribuições de frequências por tipo de falhas (F1... e F8) para o conjunto de hospitais públicos e privados.

De fato, essa é a incerteza atribuída a valores que obedecem à distribuição de probabilidades de *Poisson*, como no caso de contagens. As incertezas são distribuídas simetricamente em torno do valor máximo das barras. Essa simetria implica que, tanto valores maiores, quanto menores do que o máximo tem a mesma probabilidade de ocorrência.

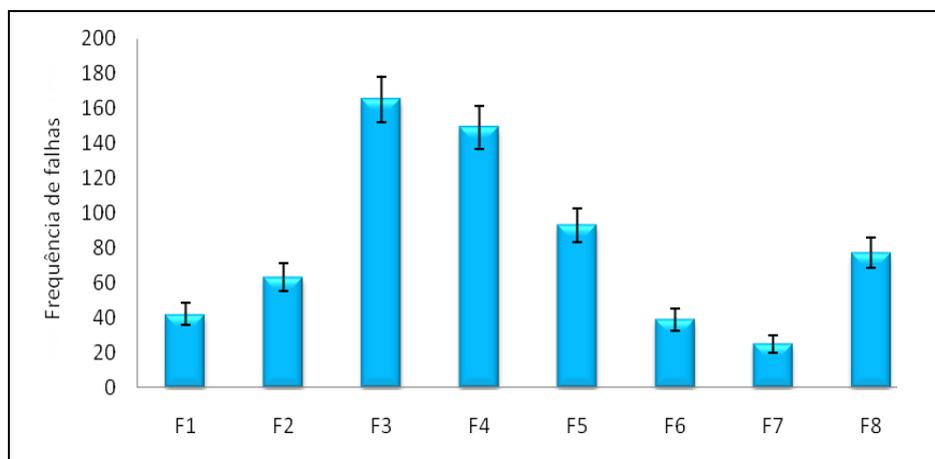


Figura 28: Distribuição de frequência das falhas no hospital 1.

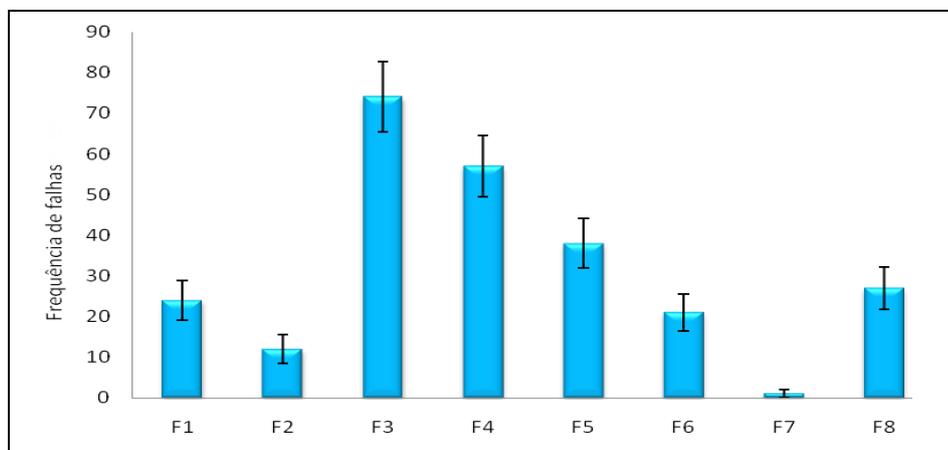


Figura 29: Distribuição de frequência das falhas no hospital 2.

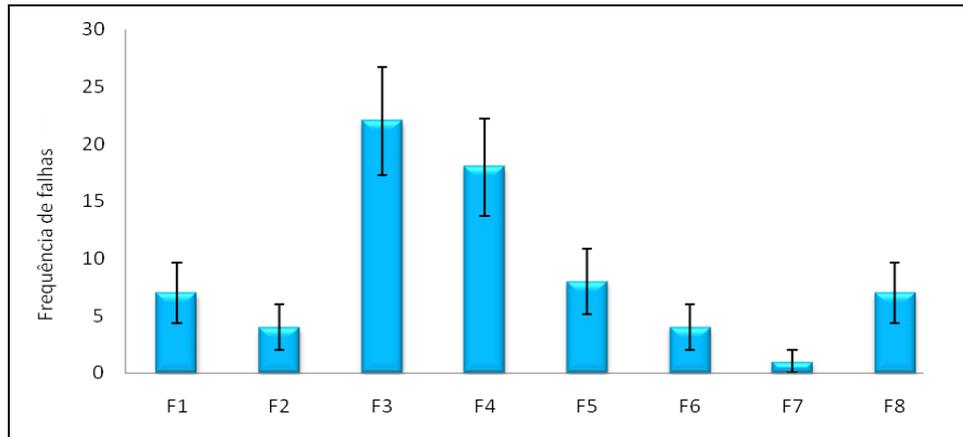


Figura 30: Distribuição de frequência das falhas no hospital 3.

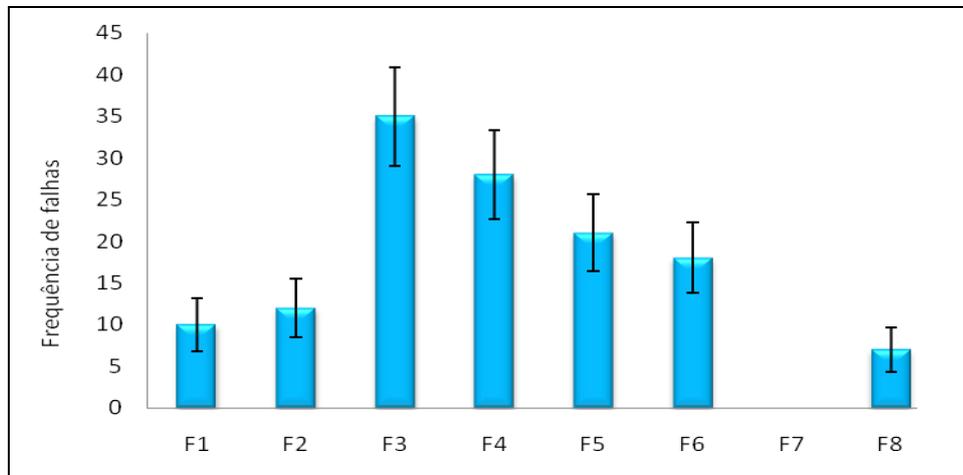


Figura 31: Distribuição de frequência de falhas no hospital 4.

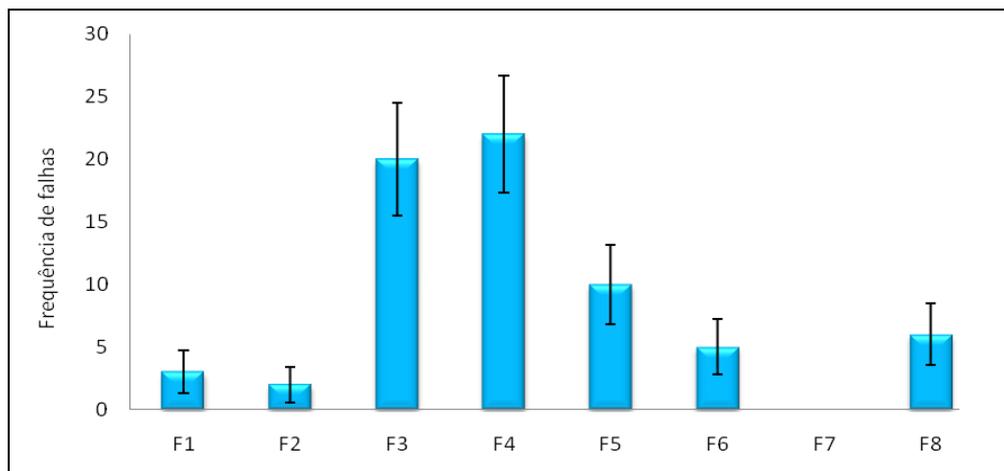


Figura 32: Distribuição de frequência de falhas no hospital 5.

As falhas consistem, em geral, em uma distribuição aparentemente similar, isto é, se todos os gráficos das frequências relativas, f , fossem superpostos a figura final seria semelhante a qualquer um deles. A Figura 33 mostra o logaritmo das frequências relativas *versus* o tipo de falha para todos os gráficos mostrados nas Figuras 28 a 32 de todos os hospitais (H1 a H5).

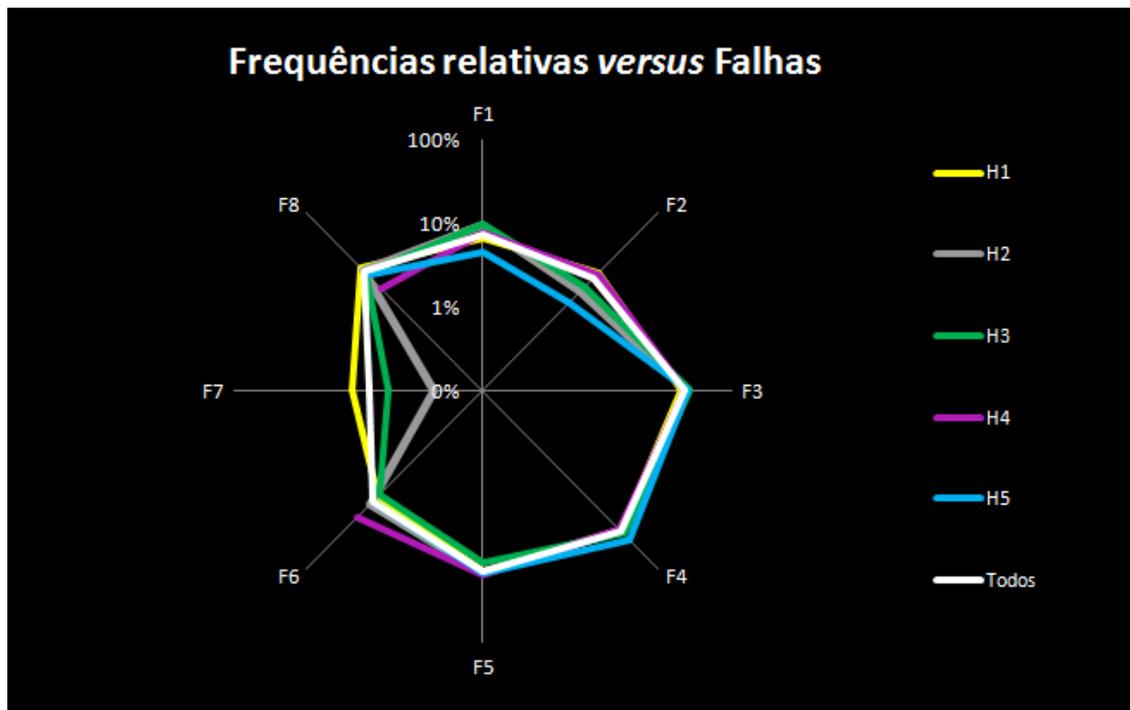


Figura 33: Gráfico do logaritmo das frequências relativas em função do tipo de falha.

O logaritmo da frequência relativa foi utilizado na Figura 33 para facilitar a visualização de regiões que ficariam sobrepostas, dificultando a discriminação entre os comportamentos das distribuições de frequências de cada hospital. A distribuição de frequência total de dados é mostrada pela linha branca, que também mostra um padrão de similaridade com cada uma das distribuições de cada hospital (Figura 33).

O gráfico da Figura 34 mostra, comparativamente, as distribuições de frequências relativas por tipo de falha e hospital.

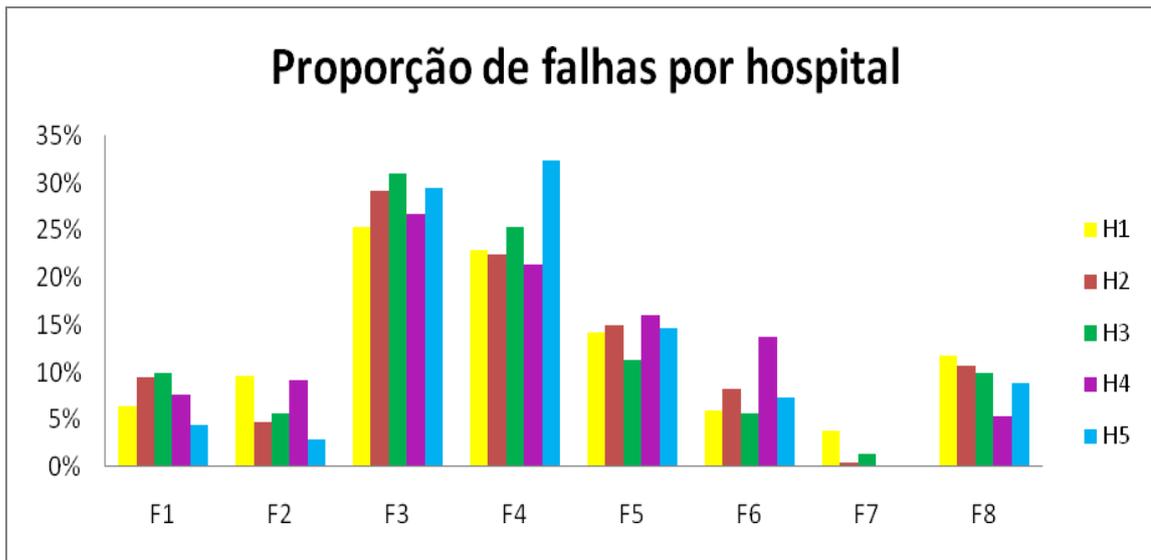


Figura 34: Distribuição de frequência relativa em relação ao tipo de falha e hospital.

Neste gráfico pode ser visto um padrão de distribuição de frequências relativas de tipo de falha para os cinco hospitais em análise.

O padrão sugere que as proporções de um dado tipo de falha devem ser com certo grau de confiança, iguais entre si e que cada tipo de falha possui uma distribuição particular, independente do hospital.

Para uma avaliação mais precisa da associação entre as distribuições de frequências, foi construída uma matriz de correlação entre essas distribuições. Os dados foram então analisados usando o programa estatístico *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences versão 9.0 for Windows)* (Tabela 8):

Tabela 8: Matriz de correlação entre as distribuições de frequências relativas para os 5 hospitais.

	H1	H2	H3	H4	H5
H1	1,00	0,96	0,96	0,88	0,96
H2		1,00	0,98	0,93	0,95
H3			1,00	0,88	0,95
H4				1,00	0,90
H5					1,00

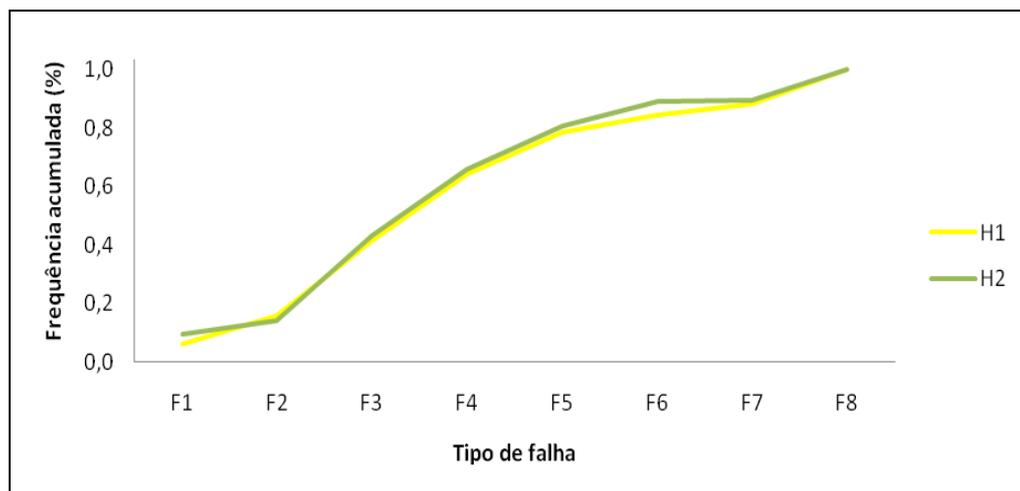
Tabela 9: *Teste-t* para correlação ($\alpha = 5\%$, $n=8$ e $t_c = 1,943$).

	H1	H2	H3	H4	H5
H1		7,51	8,38	4,44	8,38
H2			11,49	5,97	7,59
H3				4,64	7,77
H4					5,05
H5					
H1		Significante	Significante	Significante	Significante
H2			Significante	Significante	Significante
H3				Significante	Significante
H4					Significante
H5					

A tabela 8 mostra que os coeficientes de correlação podem ser significativos. Por exemplo, a distribuição do hospital H1, com a distribuição do hospital H2, é de 0,96. Já o coeficiente de correlação entre o H1 e o H4 é de 0,88.

Para testar o quanto os coeficientes de correlação da Tabela 8 são significantes foi utilizado o *teste-t* para correlação, cujos resultados são mostrados na Tabela 9.

Para o teste de *KS* foram criados dois conjuntos, um conjunto de hospitais públicos e outro de hospitais privados. A figura 35, mostra as frequências acumuladas das frequências relativas dos hospitais públicos, H1 e H2. Do gráfico pode-se constatar uma diferença mais significativa para a falha tipo F6. Porém, o comportamento dos dois gráficos é similar.

**Figura 35:** Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospitais públicos (H1 e H2).

No caso dos hospitais privados, os gráficos das figuras 36, 37 e 38 mostram as combinações de distribuições dos hospitais H3, H4 e H5 para o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. A Tabela 10 e a Figura 35 demonstram que os dados do hospitais H1 e H2 provém de uma mesma população de hospitais públicos.

Tabela 10: Resultados do teste de *Kolmogorov-Smirnov*.

	Público		Privado	
	H1 – H2	H3 – H4	H3 - H5	H4 - H5
Dmáx	0,046	0,069	0,097	0,094
α	0,05	0,05	0,05	0,05
m	8	8	8	8
n	8	8	8	8
mnDmn	2,942	4,445	6,217	6,042
c	40	40	40	40
Resultado	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite

Em todos os gráficos das Figuras 36 a 38, observa-se que existem diferenças entre as frequências acumuladas e também similaridades entre elas. Os resultados do teste de *Kolmogorov-Smirnov* são mostrados na Tabela 10. Nela, verifica-se que as diferenças nos gráficos não foram significativas, portanto, com 5% de significância no teste de *KS* para duas amostras independentes, pode-se afirmar que todos os dados de hospitais públicos pertencem a uma mesma população.

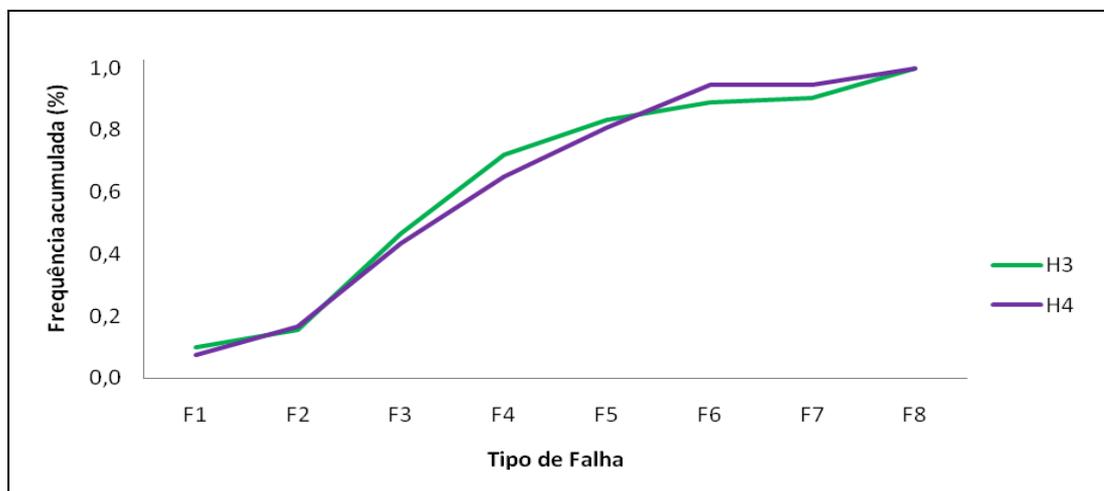


Figura 36: Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 3 versus hospital privado 4.

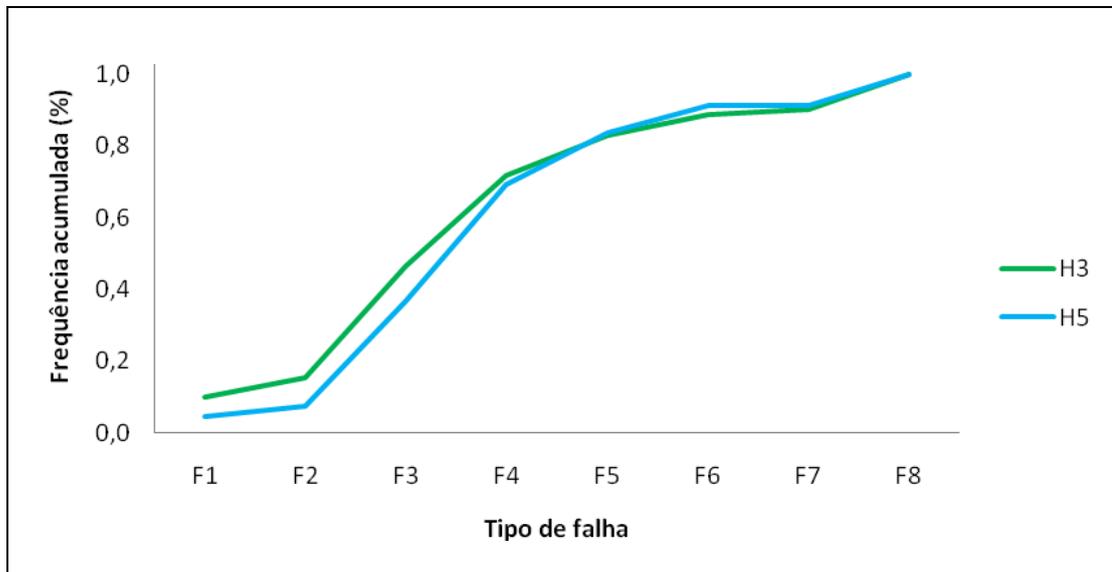


Figura 37: Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 3 versus hospital privado 5.

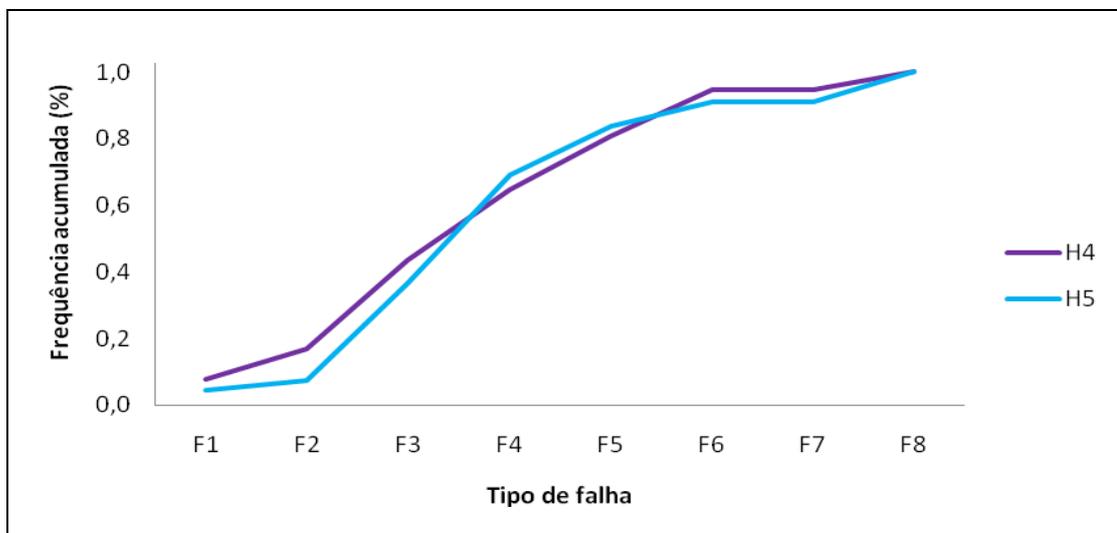


Figura 38: Frequências acumuladas de proporções de falhas para hospital privado 4 versus hospital privado 5.

O mesmo pode ser afirmado para os dados de hospitais privados, isto é, todos os dados dos hospitais privados deste trabalho pertencem a uma mesma população. Ainda, pode-se testar se os dados de hospitais públicos e privados não pertenceriam a uma população mais geral de hospitais.

O gráfico da Figura 39 mostra as distribuições de frequências das proporções de falhas dos hospitais públicos e privados. Utilizando o teste de *KS* foi obtido o resultado mostrado na Tabela 11, o que demonstra que as proporções de falhas dos hospitais públicos e privados são compostas de uma mesma população.

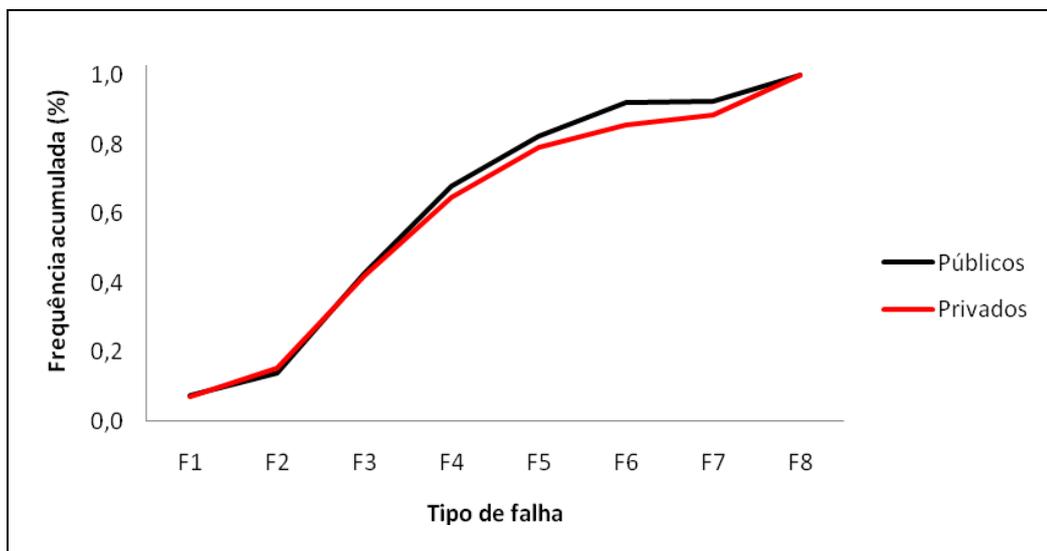


Figura 39: Frequências acumuladas de proporções de falhas em hospitais públicos e privados.

Tabela 11: Resultados do teste de *KS*

	Privado – Público
Dmáx	0,066
α	0,05
m	8
n	8
mnDmn	4,195
c	40
Resultado	Aceite

De acordo com os resultados da Tabela 11, pode-se agrupar os dados de todos os hospitais numa única amostra de uma mesma população, cujo resultado é mostrado na Figura 40, onde são mostradas as frequências de falhas para todos os hospitais.

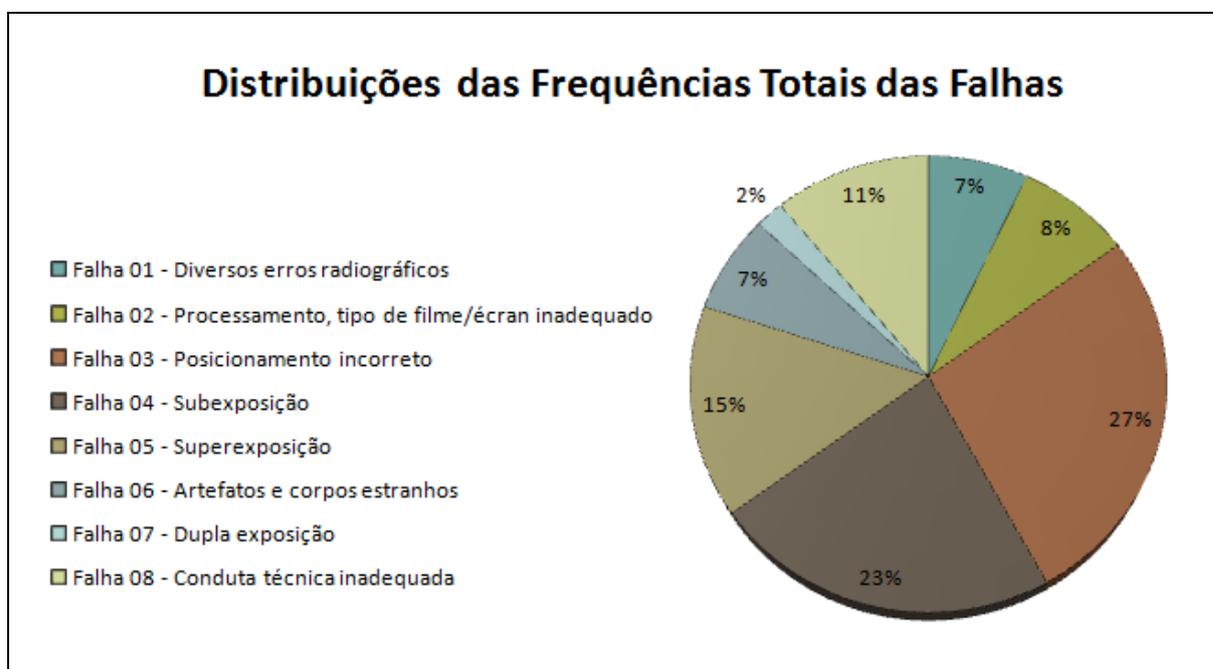


Figura 40: Frequência de falhas em hospitais públicos e privados.

A Figura 40 mostra a distribuição de frequências de falhas tanto para os hospitais públicos, quanto para os hospitais privados; já que todos são originados de uma mesma população de acordo com o teste de *KS* com 5% de significância.

7 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

De acordo com as figuras 28 a 32, pode-se observar que as frequências de falhas nos hospitais parecem obedecer a algum padrão de distribuição independente do hospital. No gráfico da figura 33 são mostrados todos os gráficos das figuras 28 a 32 e a composição de todos os dados (margem branca) juntos, o que mostra mais uma vez a impressão do padrão, demonstrando uma análise mais detalhada dos dados obtidos.

A Figura 34 mostra um outro aspecto, que permite comparar as frequências relativas de falhas em todos os hospitais, individualmente. Essa análise corrobora a do gráfico da Figura 33 mostrando que, a menos das incertezas, pode ser que as frequências relativas de falhas para uma dada falha não são diferentes.

Comparativamente, as falhas técnicas presentes nas radiografias de tórax dos hospitais públicos são basicamente as mesmas encontradas nas radiografias dos hospitais privados. Ficou comprovado que a amostragem pertence a uma mesma população e as frequências das falhas são as mesmas. Isto indica que não importa se o hospital é privado ou público, pois as falhas serão as mesmas em ambos hospitais.

Para avaliar mais precisamente a presença de similaridade entre os dados foi utilizado o coeficiente de correlação de *Pearson* em conjunto com o teste-*t* para correlação, de acordo com as Tabelas 8 e 9. Os resultados da matriz mostram forte correlação positiva (~ 1) entre todas as proporções de falhas de todos os hospitais, e que é significativa conforme os resultados do teste-*t* para correlação com 5% de significância.

Neste trabalho existem amostras de hospitais privados e públicos, então, o teste de *KS* foi utilizado nos grupos distintos de hospitais privados e públicos para avaliar se o padrão de distribuição das proporções de falhas pertencem a uma mesma população, o que ficou comprovada a hipótese (H_0).

As análises realizadas comprovam que todos os dados obtidos neste trabalho são originados de uma mesma população de falhas, isto é, independem da classificação do hospital em privado ou público. Isto foi confirmado através dos dados do gráfico da figura 39 e da tabela 10 pode-se constatar esta afirmação.

De acordo com Yoshimura, (2002), em toda capital de São Paulo, são realizados em média 1,7 milhões de exames radiológicos anualmente. Deste total, 49% correspondem ao exame de tórax, calculada como referência o número de exames realizados no ano 2000. Dentre inúmeras incidências radiológicas, as projeções pósterio-anterior e lateral (perfil) são as mais frequentes, 66,6% e 30,4%, respectivamente. Através desta pesquisa, mostrou-se a importância de se avaliar todos os parâmetros que interferem na produção da imagem, e que podem levar a repetição dos exames.

As taxas de repetições radiográficas no tórax são as mais relevantes e o levantamento estatístico para análise das falhas técnicas confirmou as deficiências cometidas pelos grandes centros de radiodiagnóstico, quando se refere à produção de imagens radiológicas.

Já um estudo realizado por Malki (2003) demonstrou em 8887 filmes expostos em 5412 pacientes obteve uma taxa de repetição radiográfica de 7,93%. A superexposição, subexposição e posicionamento técnico foram os principais contribuintes, cerca de 32,91%. De acordo com esta pesquisa, os resultados foram os mesmos, o que difere apenas é o tipo de exame realizado, neste caso, o tórax com ênfase pleuro-pulmonar, por ser talvez o mais difícil de alcançar a qualidade padrão exigida, onde o índice de repetição pelos mesmos motivos, foram cerca de 65%, sendo o posicionamento incorreto do paciente (27%), a subexposição (23%) e a superexposição (15%).

É importante ressaltar que as amostras coletadas em hospitais públicos e privados foram diferentes, pois provavelmente, a quantidade de pacientes atendidos nestes hospitais também são diferentes. Os hospitais privados geralmente atendem pacientes particulares e de convênios de saúde, enquanto os hospitais públicos atendem pacientes de todas as classes, e também os de convênios de saúde. Durante a aquisição da amostragem foi possível observar diferenças de cuidados na obtenção das imagens, comparando-se os hospitais privados com os públicos.

Os investimentos em treinamentos, qualificações profissionais e atualizações são medidas que podem contribuir para a melhoria dos padrões de qualidade dos setores radiológicos. Para avaliar esses fatores e orientar os profissionais no âmbito radiológico, normas nacionais e internacionais de radioproteção surgiram com a finalidade de minimizar a exposição à radiação e, por meio de leis, regulamentos e

diretrizes (MS Portaria 453/98) têm indicado a necessidade de programas de garantia de qualidade. Mas muitos profissionais ainda desconhecem estas normas (PACHECO, 2007).

Outro grave problema nos procedimentos observados na pesquisa foi à taxa de conduta técnica, que foi superior ao esperado, equivalente a 11% dos exames que necessitaram de repetições, já que este item foi avaliado através da forma com que os profissionais atuam no âmbito radiológico, tais procedimentos como: colimação dos feixes primários, condução da grade antidifusora, distância foco-filme, marcadores com a identificação do paciente, manuseios com os filmes e com os intensificadores de imagem (écrans) e conhecimentos técnicos específicos com relação à equipamentos em geral. Se houvesse um maior rigor no programa de garantia de qualidade, o índice de rejeição de filmes seria menor.

O desempenho das processadoras, das câmaras escuras e dos filmes radiológicos também influencia no aumento percentual das falhas cometidas durante a realização das radiografias de tórax. O profissional envolvido deve estabelecer alguns itens importantes na decisão do tipo de filme e écran para cada paciente, como: peso, idade, densidade, altura, sexo e dentre outros. A importância do controle de qualidade das processadoras automáticas e das câmaras escuras também é relevante (MAGALHÃES, 2002).

Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que durante a aquisição de uma imagem radiográfica é importante levar em consideração parâmetros técnicos e operacionais. Além disso, em função das falhas técnicas observadas, deve ser investigada a causa do padrão encontrado, isto é, as falhas F3 (Posicionamento inadequado do paciente para radiografia do tórax), F4 (Filmes com subexposição: incluso fatores técnicos) e F5 (Filmes com superexposição: incluso fatores técnicos) ocorreram com uma frequência maior.

A implantação de um programa de controle de qualidade possibilita uma melhora da imagem radiográfica, pois pode contribuir para diminuir a interferência provocada por artefatos de natureza intrínseca e extrínseca, o que auxilia também na redução do descarte de filmes radiológicos e, principalmente nas repetições desnecessárias das radiografias.

REFERÊNCIAS

AROUA, A.; BOCHUD, F. O.; VALLEY., J. P. Number of X-ray examinations performed on paediatric and geriatric patients compared with adult patients. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 123, n. 3, p. 402 – 408, Sep. 2006.

AZEVEDO, ANA C. P.; SILVA, MARCOS O.; CARVALHO, A. C. P. Levantamento das condições de funcionamento dos serviços de radiologia de hospitais públicos e universitários do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 271 – 278, Jul. 2003.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. **Fisiologia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BERRINGTON, G.; DARBY, S. Risk of câncer from diagnostic X-ray. **Estimates for the UK and 14 other countries**, Lancet, v. 51, n. 4, p. 345 – 351. Sep. 2003.

BONTRAGER, K. L. **Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2003.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto alegre: Artmed, 2003.

COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. **Report EUR 16260EN**, Bruxelas: European Communities/union, 1996.

DALLEDONE, D. **Radiologia do Pulmão Normal**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

DANGELO E FATTINI, J. G. **Anatomia Humana Básica**, 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

DÍAZ, F. R.; LOPEZ, F. J. B. **Bioestatística**. São Paulo: Editora Thomson, 2007.

FERNER, H.; STAUBESAND, J.. **SOBOTTA Atlas de Anatomia Humana**. v.2. 20 ed. atual. São Paulo: Guanabara Koogan, 1993.

FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F.. **Radiologia Odontológica**. 5 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

GARMER, MARIETTA; HENNINGS S.; JAGER, H. J. Digital Radiography versus conventional radiography in chest imaging: diagnostic performance of a large-area silicon flat-panel detector in a clinical ct-controlled study. **American Journal Roentgenology AJR**, v. 174, p. 75 -80, Jun. 1999.

GRAY, F.R.S.H.; **Anatomia**. 29 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11 ed. São Paulo: Elsevier, 2006.

HO, T. T.; WONG K. H.; LEE, S. S. Low yield of chest radiography in screening for active pulmonary tuberculosis in HIV – infected patients in Hong Konh. **Int. J. SDT AIDS**, v. 409, n. 10, p. 409 – 412, Dez. 2002.

HOMER, O. W.; SIRLIN, C. B.; STROTZER, M. Chest radiography with a flat-panel detector: image quality with dose reduction after copper filtration. **RSNA Annual meeting**, Mar. 2005.

HOXTER, E. A.. **Introdução à Técnica Radiográfica**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

KHALIFAH, K. A.; BRINDHABAN, A. Comparison between conventional radiography and digital radiography for various kVp and mAs settings usinf a pelvic phantom. **The college of Radiographers Elsevier**, v. 10, p. 119 – 125, Fev. 2004.

KHOURY, H.; OLIVEIRA, MERCIA L. Influência do procedimento radiográfico na dose de entrada na pele de pacientes em raios-X pediátricos. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 105 – 109, Nov. 2002.

KORNER, M.; WEBER, C. H. Advances in Digital Radiography: Physical Principles and System Overview. **RadioGraphics**, May 1, 2007; 27(3): 675 - 686.

KOTSUBO, M. T. K.; MARCHIORI, E.; AZEVEDO, A. C. P. Estudo dosimétrico de radiografias de tórax com emprego de técnicas de alta voltagem. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 163 – 167, jan. 2003.

KOUTHER, ELHAJ M.M.; AZEVEDO, ANA C. P.; OSIBOTE, O. A.; CUNHA, A. L. L.; FILHO, A. P. Estudo comparativo das técnicas radiográficas e doses entre o Brasil e a Austrália. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 343 – 346, jan. 2005.

KUMAR, G.; KAMATH, V.; MURALI, S. R. Radiographic artefact due to a faulty lead rubber shield. **The college of Radiographers Elsevier**, n. 9, p. 147 – 150, Set. 2003.

LACERDA, MARCO A. S.; SILVA, T. A.; OLIVEIRA, ARNO H. Influência da metodologia de avaliação da camada semi-redutora em radiologia diagnóstica. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 40, n. 5, p. 331 – 336, Fev. 2007.

LEAL, R. **Posicionamentos e Imaginologia**. São Paulo: Corpus, 2007.

LEMKE, F.; TAVANO O.; MEZADRI, ARIEL C. Verificação das condições de exposição e processamento de filmes radiográficos em consultórios odontológicos. **Revista de Pós Graduação RPG**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 175 – 180, Jun. 2006.

MAcMAHON, HEBER; VYBORNÝ, CARL; Technical advances in chest radiography. **American Journal Roentgenology AJR**, v. 163, p. 1049 – 1059, Jun. 1994.

MAGALHÃES, L. A. G.; AZEVEDO, A. C. P.; CARVALHO, A. C. P. A importância do controle de qualidade de processadoras automáticas. **Revista Brasileira de Radiologia**, São Paulo, v. 35, n.6, p. 357 – 363, Set. 2002.

MALKI, M. A. AL; ABULFARAJ, W. H.; BHUIYAN, S. I. A study on radiographic repeat rate data of several hospitals in Jeddah. **Radiation Protection Dosimetry**, Saudi Arábia, v. 103. n. 4, p. 323 – 330, jan. 2003.

McENTEE, M.; BRENNAN, P. C.; CONNOR, G. O. The effect of X-ray tube potential on the image quality of PA chest radiographs when using digital image acquisition devices. **The college of Radiographers Elsevier**, v. 10, p. 287 – 292, Fev. 2004.

MEIRELLES, G. S. P. **Radiografia Simples do Tórax: Incidências, Aspectos Técnicos e Sistematização da Análise.** Curso de Pneumoatual de Radiologia. São Paulo: 2005.

MONNIER, J. P.. **Manual de Diagnóstico Radiológico.** 2 ed. Rio de Janeiro: Masson do Brasil, 1981.

MONTEGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

NARAHASHI, E.; YAMADA, A. F.; FILHO, GUINEL H. Avaliação das costelas através da imagem. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 137 – 140, Mar/Abr. 2006.

NETTER, Frank H.. **Atlas de Anatomia Humana.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NEY-OLIVEIRA, FABRIZIO et al. Relação Entre a Qualidade do Exame Clínico e o Acerto na Requisição da Radiografia de Tórax. **Revista de Radiologia Brasileira**, São Paulo, V. 38, n. 3, Dez. 2004.

OLIVEIRA, FABRIZIO N.; NETO, A. M. S.; SANTOS, M. B. TAVARES, JOSÉ. Relação entre a qualidade do exame clínico e o acerto na requisição da radiografia de tórax. **Revista Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 187 – 193, Dez. 2004.

OSIBOTE, A. O.; AZEVEDO, A. C. P.; CARVALHO, A. C. P. Patients exposure and imaging quality in chest radiographs: a critical evaluation. **Revista Brasileira de Radiologia**, v. 40, n. 2, p. 119 – 122, Set. 2006.

PACHECO, JOSÉ G.; SANTOS, MARCELO B.; NETO, JOSÉ T. Avaliação dos serviços de radiodiagnóstico convencional de dois hospitais da rede pública estadual de Rio Branco, Acre. **Revista Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 40,n.1. Jan./Fev. 2007.

PROTO, A. V.; LANE, E. J. 350 kVp chest radiography: Review and comparison with 120 kVp. **American Journal Roentgenology AJR**, v. 130, p. 859 – 866, Feb. 1978.

SELMAN, J..**The basic physics of radiology.** 3 ed. Springfield, Thoma, 1960.

SIEGEL, S. **Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento**. Bookman-Artmed, 2 ed. 2008.

SULIMAN, I. I.; ABBAS, N.; HABBAN, F. I. Entrance surface doses to patients undergoing selected diagnostic X-ray examinations in Sudan. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 123, n. 2, p. 209 – 214, Sep. 2006.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VIRGINIA. **Introduction to Chest Radiology**. 2003. Disponível em: <<http://www.med-ed.virginia.edu/courses/rad/cxr/>>. Acesso em: 17 Agosto, 2009.

YAKOUMAKIS, E. N.; TSALAFOUTAS, J. A., ALIBETI, M. Radiation doses in common X-ray examinations carried out in two dedicated paediatric hospitals. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 124, n. 4, p. 348 – 352. Maio. 2007.

YOSHIMURA, E. M.; FREITAS, M. B. Overview of doses to patients and irradiation conditions of diagnostic chest X-ray examinations carried out in hospitals of city São Paulo, Brazil. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 103, n. 2, p. 141 – 148. Aug. 2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)