

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial

DISSERTAÇÃO
apresentada a UTFPR
para obtenção do título de

MESTRE EM CIÊNCIAS

por

ANA LUIZA DA ROSA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE DOSE DE ENTRADA NA PELE EM
PACIENTES PEDIÁTRICOS ATRAVÉS DE MEDIDAS
DOSIMÉTRICAS**

Banca Examinadora:

Presidente e Orientador:

PROF. DR. HUGO REUTERS SCHELIN

UTFPR

Examinadores:

PROF. DR. HELEN JAMIL KHOURY

UFPE

PROF. DR. SERGUEI A. PASCHUK

UTFPR

Curitiba, abril de 2008.

ANA LUIZA DA ROSA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE DOSE DE ENTRADA NA PELE EM PACIENTES
PEDIÁTRICOS ATRAVÉS DE MEDIDAS DOSIMÉTRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Ciências” – Área de Concentração: Informe A Área De Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Reuters Schelin

Curitiba
2008

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Hugo Reuters Schelin, que me incentivou a continuar o mestrado me acolhendo como orientanda e deu todo o apoio necessário para concluir esta primeira etapa da vida acadêmica.

A todos os pesquisadores de dosimetria pediátrica de nossa equipe da UTFPR e das demais equipes que fui conhecendo ao longo destes dois anos.

Aos pesquisadores do laboratório de radiações ionizantes da UTFPR, que apesar de atuarem em linhas de pesquisa diferente sempre estávamos nos ajudando.

A equipe de pesquisadores de Cascavel, Pato Branco e Recife que auxiliaram em várias etapas da concretização desta pesquisa.

Aos professores da biomédica que transmitiram novos conhecimentos e me fizeram perceber como é fabulosa a área da pesquisa e ensino.

Um especial agradecimento a minha família, meus pais, irmãos que me deram esta oportunidade e todo o apoio necessário, mesmo a distância para eu conseguir cumprir meus objetivos. Que mesmo com saudades e sacrifício me davam forças para continuar a buscar meus sonhos.

Ao meu noivo, Ricardo, que sempre esteve ao meu lado, dando apoio nas minhas e conquistas e dificuldades durante este percurso.

As minhas grandes amigas que conheci ainda na faculdade e que até hoje continuam a me incentivar nos meus “milhares” de planos.

Aos meus colegas de trabalho da escola técnica, clínica e o hospital pela compreensão e companheirismo nas horas que precisei para concretizar meu trabalho.

A todos meus alunos, que fizeram com que a docência fizesse parte da minha vida e me conquistasse mais a cada dia que passa.

A Deus por estar sempre ao meu lado, pelas muitas respostas que me deu nas horas que precisava.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÕES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1.1 Utilização Clínica da Radiação Ionizante.....	7
2.1.2 Técnica Radiológica.....	7
2.1.2.1 Exames Torácicos.....	8
2.1.2.2 Exames de ossos da face.....	9
2.1.3 Equipamentos em Radiologia.....	10
2.1.3.1 Tecnologia convencional.....	10
2.1.3.2 Tecnologia digital indireta.....	10
2.1.3.3 Tecnologia digital direta.....	11
2.1.4 Normas.....	12
2.1.4.1 Portaria 453/98 MS.....	12
2.1.4.2 Normas internacionais.....	13
2.1.5 Radioproteção.....	14
2.2 TÓPICOS TEÓRICOS.....	14
2.2.1 Radiação Ionizante e a Matéria.....	15
2.2.2 Dosimetria.....	15
2.2.2.1 Dose absorvida.....	16
2.2.2.2 Dose equivalente.....	16

2.2.2.3 Dose efetiva.....	17
2.2.2.4 Dose de entrada na pele.....	17
2.2.2.5 Kerma no ar.....	18
2.2.3 Camada semi-redutora.....	18
2.2.4 Métodos de detecção da radiação.....	19
2.2.4.1 Dosímetros termoluminescentes.....	19
2.2.4.2 Câmara de ionização.....	19
2.2.5 Efeitos da radiação no organismo.....	19
2.2.5.1 Efeitos determinísticos.....	20
2.2.5.2 Efeitos estocásticos.....	21
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 MATERIAIS E INFRA-ESTRUTURA.....	23
3.1.1 Equipamentos de Raios X.....	24
3.1.2 Instrumentos de Coleta de Dados.....	25
3.1.3 Dosímetros Termoluminescentes.....	25
3.1.3.1 Leitora TLDs.....	25
3.1.4 Controle de qualidade e calibração.....	26
3.1.4.1 Câmara de ionização.....	26
3.1.4.2 Medidor Multiparamétrico.....	26
3.1.5 <i>Software</i> DoseCal.....	27
3.2 DESENVOLVIMENTO.....	27
3.2.1 Critérios de seleção.....	28
3.2.2 Incidências selecionadas.....	28
3.2.3 Grupos de análise.....	30
3.2.4 Coleta de dados.....	30
3.2.5 Utilização dos TLDs.....	31
3.2.5.1 Armazenamento e Transporte.....	32
3.2.5.2 Leitura dos TLDs.....	32
3.2.6 Testes de Rendimento.....	32
3.2.6.1 Rendimento.....	33
3.2.6.2 Camada semi-redutora.....	33

3.2.6.3 Tempo de exposição.....	33
3.2.6.4 Dose no ar.....	34
3.2.7 Simulações dosimétricas.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5 CONCLUSÕES.....	49
5.1 CONCLUSÕES.....	49
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO 1 – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM SERES HUMANOS.....	57
ANEXO 2 – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA.....	58

LISTA DE FIGURAS

1	Incidência PA de tórax e respectiva imagem radiográfica.....	8
2	Incidência em posição lateral de tórax e respectiva imagem radiográfica.....	9
3	Incidência lateral de ossos da face e respectiva imagem.....	9
4	Sistema para aquisição de imagens convencionais (tela-filme).....	10
5	Sistema de aquisição de digital indireto (cassete).....	11
6	Leitora de CR e <i>workstation</i>	11
7	Sistema de aquisição de digital direto.....	12
8	Conseqüências da irradiação da molécula de DNA.....	20
9	Equipamento VMI – <i>Compact Plus</i> , pertencente a Sala 01 do HC.....	23
10	Equipamento Toshiba.....	24
11	Digitalizadora, chassis digital e console de manipulação.....	24
12	Dosímetro termoluminescente.....	25
13	Leitora Victoreen.....	25
14	Câmara de ionização e monitor.....	26
15	kVp Meter.....	26
16	Tela de inserção de dados DoseCal.....	27
17	Imobilização adequada para crianças (observa-se que o uso de luvas plumbíferas seria necessário).....	29
18	Posicionamento da incidência PA de tórax no bucky.....	29
19	Paciente posicionada para a incidências PA de tórax, com o dosímetro na região central do feixe (fixado por micropore).....	31
20	Leitura do TLD-100 (DEN – UFPE).....	32
21	Amostra estudada no centro diagnostico 1.....	37
22	Amostra estudada no centro diagnóstico 2.....	38
23	Comparativo entre os resultados com a utilização de TLD e com a simulação no software para as incidências em AP/PA.....	44
24	Comparativo entre os resultados com a utilização de TLD e com a simulação no software para as incidências lateral de tórax.....	44
25	Comportamento da dose nas 13 incidências em AP de tórax avaliadas.....	45

26	Comportamento da dose nas 11 incidências em Lateral de tórax avaliadas.....	46
27	Comportamento da dose nas 8 incidências em AP/PA de tórax avaliadas na radiologia digital.....	46
28	Comportamento da dose nas 2 incidências lateral de tórax avaliadas na radiologia digital.....	47
29	Comportamento da dose nas 9 incidências lateral de ossos da face avaliadas na radiologia digital.....	47

LISTA DE TABELAS

1	Histórico das diretrizes de dosimetria em exposições médicas.....	13
2	Dados dosimétricos fornecidos pela CCE.....	14
3	Fatores de peso dos tecidos.....	17
4	Espessura média para o tórax e crânio em cm.....	30
5	Valores de rendimento do potencial do tubo do equipamento 01 em kVp.....	33
6	Verificação do tempo de exposição em segundos.....	33
7	Valores médios de dose no ar.....	34
8	Média dos dados obtidos para as incidências AP/PA de tórax.....	38
9	Média dos dados obtidos para as incidências lateral tórax.....	38
10	Média dos dados obtidos para as incidências lateral de ossos da face.....	39
11	Espessura dos pacientes na incidência AP/PA de tórax.....	40
12	Espessura dos pacientes na incidência lateral de tórax.....	40
13	Espessura dos pacientes na incidência lateral de ossos da face.....	40
14	Média dos dados obtidos para as três incidências em estudo.....	41
15	Resultados das avaliações de dose de entrada na pele pelo DoseCal no centro diagnóstico 1.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Ântero-Posterior
CDRH	Center for Devices and Radiological Health
CoR	Professional Bodies of Radiographers
CR	Cassete Receptor
CRCPD	Conference of Radiation Control Program Directors
DEN	Departamento de Energia Nuclear
DEP	Dose de Entrada na Pele
DP	Desvio Padrão
ECC	European Commission
Gy	Gray
HC	Hospital de Clínicas
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission of Radiologic Protection
IPSM	Professional Bodies of Medical Physicists
Kg	Kilo grama (unidade de massa)
kVp	Kilo Volt Pico
LMRI	Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes
mAs	Mili ampére multiplicado por segundo
PA	Pósterio-Anterior
RCR	Professional Bodies of Radiologists
TLD (s)	Dosímetro Termoluminescente – Termoluminescent dosimeter
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

RESUMO

A grande utilização de exames de diagnóstico por imagem em crianças trouxe à tona a preocupação com a crescente dose de radiação absorvida na realização de um exame radiográfico. O objetivo desta pesquisa foi realizar avaliação das práticas de raios X na radiologia pediátrica, visando a otimização dos procedimentos radiológicos e a produção de imagens com qualidade para o diagnóstico com a menor dose ao paciente. A metodologia foi baseada no acompanhamento de exames pediátricos e medidas dosimétricas através do uso de dosímetros termoluminescentes TLDs e *software* específico (DoseCal) para a constatação da realidade dos serviços de radiologia pediátrica. Medidas de pacientes pediátricos em exames radiográficos de tórax foram realizadas em um hospital público de Curitiba e em uma clínica em Cascavel. Grupos com diferentes faixas etárias foram formados na avaliação de exames rotineiros de tórax nas projeções AP/PA e LAT, e ossos da face na projeção lateral, onde foram divididos em grupos de 0-1 ano, 1-5 anos, 5-10 anos e 10-15 anos. As doses obtidas através do *software* DoseCal foram comparadas entre si para determinar sua variabilidade. A DEP determinada pelos TLDs foi comparada com os valores de referência dados pela comunidade europeia para verificar as doses utilizadas. Os valores de dose para crianças de até 1 ano apresentaram-se altos em comparação com os demais grupos avaliados, um fator justificado em partes pela limitação dos equipamentos utilizados. Na radiologia convencional os valores obtidos através dos TLDs foram satisfatórios, obedecendo a referência máxima descrita pela comissão europeia. Na radiologia digital indireta obtivemos valores acima dos referenciados, fator este resultante da implantação e da adaptação das técnicas radiológicas a nova forma de captação de imagem. Concluí-se que o aprimoramento técnico das equipes em radiologia pediátrica é uma das melhores maneiras de se obter bons resultados na diminuição da dose.

Palavra-Chave: dosimetria pediátrica, radiodiagnóstico, dosecal, TLDs.

ABSTRACT

The great use of examinations of diagnosis for image in children brought the concern with the increasing dose of radiation absorbed in the accomplishment of a radiographic examination. The objective of this research is to carry through evaluation of the practical ones of x-rays in pediatric radiology, aiming at to optimize the radiological procedures and the production of images with quality for the diagnosis with the lesser dose to the patient. The methodology is based on the accompaniment of pediatric examinations and dosimetry measures through the use of dosimeters TLD and specific software (DoseCal) for the evidence of the reality in a radiology service. Measures of pediatric patients in radiographic examinations of thorax had been carried through in a public hospital in the Curitiba. Groups with different age groups had been formed in the evaluation of routine examinations of thorax in projections AP/PA and LAT, where they are divided in groups of 0-1 year, 1-5 years, 5-10 years and 10-15 years. Part of the carried through examinations had been evaluated with thermoluminescence dosimeters TLD-100 for the collection of the entrance surface dose (ESD). The measured doses are compared with the gotten ones with the DoseCal software, that makes the calculation of dose for each patient from the income of the device of rays X. The ESD is evaluated always that it has diagnostic quality in the radiographic image. The objective is to verify if the minimum requirements had been reached, for a good quality of image and bringing a small dose to the patient, as party to suit of to optimize procedures.

Keywords: Pediatric dosimetry, radiation protection, diagnostic radiology, dosecal, TLDs.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÕES

A grande utilização de exames de diagnóstico por imagem em crianças trouxe à tona a preocupação com a crescente dose de radiação absorvida na realização de um exame radiográfico. Muitas vezes as normas de proteção radiológica deixam de ser seguidas ou há a verificação de exposições desnecessariamente elevadas e que acabam por danificar a qualidade da imagem e proporcionar uma dose acima do nível necessário ao diagnóstico (EUROPEAN COMMISSION, 1996 e AZEVEDO, 2003).

Há uma preocupação crescente e justificável com o nível de dose absorvida por pacientes pediátricos, devido aos maiores riscos de efeitos deletérios da radiação por possuírem maior expectativa de vida. Técnicas inadequadas e falta de conhecimento dos equipamentos, são agravantes constantemente presenciados na área de dosimetria pediátrica.

O presente trabalho descreve o acompanhamento de medidas dosimétricas através de *software* específico (DoseCal) e TLDs para a constatação da realidade em um serviço de radiologia pediátrica em um hospital público e em uma clínica particular, no estado do Paraná. Duas diferentes tecnologias foram pesquisadas, a radiologia convencional e a radiologia digital indireta, sendo o primeiro modo o foco da pesquisa. A análise dos dados obtidos visa proporcionar, um panorama das diferentes realidades do radiodiagnóstico no Brasil.

Visto que os grandes países procuraram estabelecer diretrizes para a execução e o direcionamento da prática radiológica, procura-se hoje no Brasil estabelecer uma ligação entre a realidade tecnológica que vivemos e a implementação de técnicas corretas de exposição. Diversas pesquisas buscam demonstrar um panorama de diferentes instituições em relação às práticas na radiologia pediátrica.

OLIVEIRA, *et al* (2003) relata em sua pesquisa a alta dose utilizada para exames pediátricos torácicos, quando comparados as referências adotadas na comunidade européia.

Verifica-se a inadequação dos valores de tempo de exposição principalmente, quando comparamos parâmetros presentes na rotina. Em sua maioria estes valores são justificados pelo mal estado de conservação e manutenção dos equipamentos.

Pesquisas semelhantes em pediatria foram realizadas em outros locais, (LIMA, 2004) constatando excessiva dose em crianças, atribuídas desta vez não pelo mal estado de conservação dos equipamentos, que se apresentavam dentro das normas estabelecidas. As causas apontadas para este aumento de dose foram principalmente quanto ao emprego de técnicas incorretas de exposição.

LUNELLI, *et al* (2006) em seu estudo pediátrico constatou que excessivas doses de exposição em crianças podem ser minimizadas significativamente, com o aumento de conhecimento e o emprego de técnicas adequadas pela equipe técnica envolvida. Fatores estruturais influem, porém, mesmo com excelentes equipamentos sem um direcionamento da equipe a dose pode continuar excessiva para os pacientes pediátricos, principalmente os mais jovens.

A busca por técnicas adequadas e a adaptação da correta rotina nos exames pediátricos dependem dos fatores estruturais e da equipe de trabalho envolvida. O nível de conhecimento e o interesse do profissional junto aos fatores técnicos, resultam em menores doses e maior qualidade de imagem.

Observa-se que na America do Sul e em nosso país há apenas estudos recentes a respeito da dose utilizada em exames infantis. As corretas técnicas de exame além de proporcionar menor dose de radiação aos pacientes garantem melhor qualidade de imagem ao radiologista e conseqüentemente um laudo mais completo para o clínico

Medidas dosimétricas em crianças nos exames radiográficos de tórax e cavum foram realizadas em dois hospitais centros diagnósticos, visando avaliar as práticas de radiológicas em pediatria. A otimização dos procedimentos radiológicos e a produção de imagens com qualidade para o diagnóstico com a menor dose ao paciente é o objetivo desta pesquisa contínua, onde este trabalho esta inserido. A evolução e o aprimoramento das técnicas será acompanhado em alguns tópicos comparativamente, com a pesquisa anteriormente efetuada na mesma instituição (LUNELLI, 2005). Por conseqüência serão analisadas a evolução e o significado técnico para o setor da realização e acompanhamento da pesquisa.

A proteção radiológica em todos os âmbitos da radiologia é um assunto posto em pauta em muitas instituições atualmente, visto a crescente utilização dos métodos de imagem radiológica para o embasamento diagnóstico. Muitas vezes é necessário analisar a possibilidade de imobilização do paciente. A correta e devida imobilização pediátrica é necessária para minimizar o número de exposições, pois é mais válido uma correta imobilização da criança e a exposição mínima de um voluntário com as corretas proteções do que expor diversas vezes a criança por movimentação durante o exame.

A cobrança e fiscalização dos processos em radiologia tornou-se crescente desde a implantação da primeira normativa para o radiodiagnóstico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1986). Hoje se busca obter a padronização além dos equipamentos e serviços, das técnicas utilizadas a fim de proporcionar ao paciente uma maior segurança e um excelente diagnóstico. Pesquisas atuais no país (KHOURY *et al*, 2002 e OLIVEIRA *et al*, 2003) seguem o modelo das diretrizes internacionais, buscando através dos dados obterem uma diretriz própria a ser seguida.

Os resultados preliminares deste estudo mostram a necessidade de fixar e seguir diretrizes regulatórias para um melhor aperfeiçoamento dos técnicos trabalhadores e da padronização das técnicas radiográficas empregadas, buscando uma constante otimização de todo o procedimento.

1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como finalidade proporcionar ao público pediátrico atendido pela radiologia no setor público e particular, um melhor diagnóstico proporcionado pela melhor qualidade de imagem e uma menor dose de radiação a criança atendida, independente do método de aquisição de imagem utilizado.

A utilização de cartas técnicas adequadas, o constante treinamento e atualização das equipes, e conhecimento dos equipamentos utilizados deve ter sua importância demonstrada para os técnicos para que verifiquem através das pesquisas realizadas a importância e o diferencial de um bom trabalho. Em crianças as técnicas com baixo tempo de exposição e alto kVp devem predominar e demonstrar esta realidade a equipe através de dados concretos é um dos objetivos.

Quando estabelecido um padrão de qualidade para a execução de exames e diretrizes básicas a serem seguidas o número de repetições em exames radiológicos cai significativamente evitando a exposição desnecessária e maiores custos de materiais aos setores de radiologia.

A comparação dos padrões dosimétricos das tecnologias convencional e digital indireta serão analisadas, através de TLDs para verificar comparativamente com as doses de referência fornecidas pela comissão européia.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No Capítulo 2 faz-se uma revisão da literatura sobre as técnicas envolvidas no processo de aquisição da imagem radiográfica em radiologia e fatores de radioproteção, bem como os tópicos teóricos envolvidos. O Capítulo 3 descreve em detalhes o desenvolvimento da metodologia proposta, os materiais utilizados e os locais de pesquisa. No Capítulo 4 os resultados da pesquisa são apresentados e discutidos concomitantemente, são abordados primeiramente os resultados quanto a aquisição de dados e posteriormente a comparação das doses obtidas a partir destes, e uma breve comparação entre os diferentes centros diagnósticos. E, finalmente, o Capítulo 5, as conclusões do trabalho e as propostas de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

Alguns tópicos de maior importância serão aprofundados para o melhor entendimento da dosimetria pediátrica. Neste capítulo, serão abordados alguns conhecimentos básicos a respeito da radiação ionizante e dosimetria.

2.1.1 Utilização Clínica da Radiação Ionizante

A radiação ionizante, na forma de raios X, é utilizada para fins diagnósticos desde sua descoberta por Röntgen em 1895 (SELIGER, 1995). Este evento participou do começo da física atômica e desencadeou a sua utilização para a visualização do corpo humano. Desde então sua utilização clínica vem se aperfeiçoando, trazendo mais benefícios aos pacientes no diagnóstico e acompanhamento de muitas patologias.

O exame de raios X é o modo diagnóstico mais utilizado em crianças, junto com a ecografia. Isto se deve à praticidade e rapidez do método, que associadas ao baixo custo, retornam resultados clínicos significativos.

O uso da radiação ionizante em crianças torna-se imprescindível, portanto a forma de utilização deste método diagnóstico deve ser sempre monitorada para ser realizado adequadamente. Equipamentos adequados e proteção radiológica devem ser condizentes com a pediatria, bem como a adequação dos métodos e técnicas radiológicas utilizadas.

2.1.2 Técnica Radiológica

Apesar de muitas vezes esquecidas, técnicas radiográficas adequadas devem ser priorizadas nos setores radiológicos, principalmente na pediatria, devido à alta radiosensibilidade e a alta expectativa de vida das crianças, o que aumenta os riscos associados à radiação (YAKOUMAKIS *et al*, 2007).

LUNELLI (2005) e LIMA (2004) citam que ao adequarmos a técnica radiográfica baseando-se em conceitos de dosimetria e qualidade de imagem, podemos ter uma minimização da dose. Esta diminuição significativa da dose pode não trazer alterações na qualidade da imagem quando utilizados parâmetros de exames adequados ao mesmo (EUROPEAN COMMISSION, 1996).

Segundo BONTRAGER, 2005 os parâmetros mais importantes envolvidos com as características resultantes na imagem são a densidade e o contraste radiológico, representados fisicamente pela corrente do filamento (mAs) e a energia do tubo de raios X (kVp). A escolha ideal dos parâmetros citados nos fornece uma imagem com alto valor diagnóstico. A região de interesse é um fator determinante nestas escolhas e deve-se levar em consideração sua espessura, pois ela irá absorver a energia dos fótons de raios X. Os fótons resultantes do processo devem possibilitar uma imagem de boa qualidade no detector radiográfico (filme/sensor digital).

Os exames de interesse ao estudo são as incidências torácicas e a incidência lateral dos ossos da face em crianças, que serão brevemente explorados.

2.1.2.1 Exames Torácicos

Os exames torácicos possuem a finalidade de evidenciar as estruturas da caixa torácica e mediastino. São incidências realizadas em inspiração e preferencialmente em ortostase, com a finalidade de demonstrar além das estruturas de interesse, níveis hidroaéreos. Os exames podem ser pósterio-anteriores PA conforme a Figura 1, ou ântero-posteriores (AP). Em adultos a preferência são exames em PA (para diminuir a ampliação

da área cardíaca) e ortostase, porém deve-se analisar sempre a condição e idade da criança para definir as técnicas mais adequadas ao paciente (BONTRAGER, 2005).

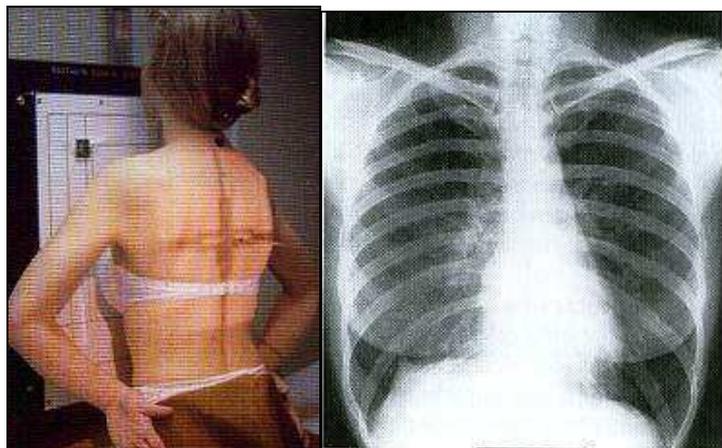


Figura 1: Incidência PA de tórax e respectiva imagem radiográfica (BONTRAGER, 2005).

O exame do tórax pode ser realizado, dependendo da indicação clínica, adicionando-se uma incidência Lateral, conservando o lado esquerdo do paciente mais próximo ao filme para não haver ampliação da silueta cardíaca e os braços elevados (Figura 2). A espessura da estrutura a ser atravessada aumenta significativamente com a idade do paciente nesta incidência (BONTRAGER, 2005).

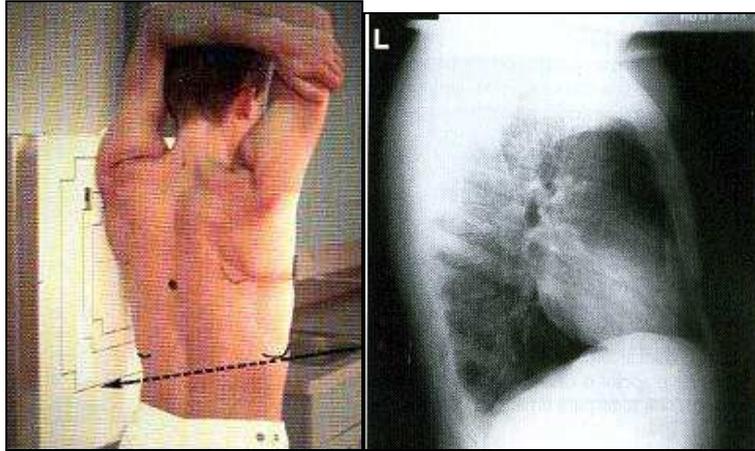


Figura 2: Incidência em posição lateral de tórax e respectiva imagem radiográfica (BONTRAGER, 2005).

2.1.2.2 Exames de ossos da face

Este exame possui três incidências sendo uma delas a que ganha maior destaque na pediatria, a incidência lateral de face ou *cavum*. Esta incidência demonstra os seios paranasais na visão lateral e a passagem de ar na orofaringe e nasofaringe (a principal indicação). A cabeça do paciente deve-se encontrar na posição lateral verdadeira em relação ao feixe central (Figura 3) (BONTRAGER, 2005).

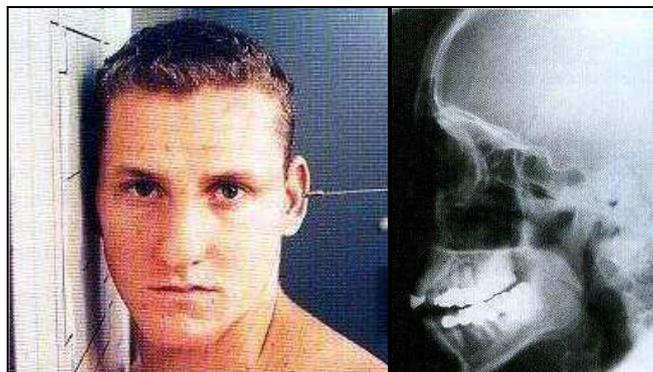


Figura 3: Incidência lateral de ossos da face e respectiva imagem (BONTRAGER, 2005).

2.1.3 Equipamentos em Radiologia

A radiologia convencional ainda é o método de diagnóstico por imagem que utiliza radiação mais comum, devido ao seu baixo custo e praticidade quando comparado aos outros métodos. Com o advento da informática e dos sistemas digitais, a radiologia passa também a participar deste processo, com a criação de equipamentos e sistemas de imagens digitais. Os sistemas de aquisição de imagem presentes em nossa realidade podem ser divididos em três tecnologias: convencional, digital indireta e digital direta.

2.1.3.1 Tecnologia convencional

A tecnologia convencional acompanha os exames de diagnóstico por imagem desde a criação do equipamento de raios X. Esta utiliza uma ampola emissora de raios X que quando associada a um sistema de aquisição de imagem composto de duas telas fluorescente e um filme (chassis). Os raios X sensibilizam as telas fluorescentes que através da luz emitida formam a imagem latente no filme, e que, após o processamento químico torna-se visível.



Figura 4: Sistema para aquisição de imagens convencionais (tela-filme).

2.1.3.2 Tecnologia digital indireta

A tecnologia digital indireta utiliza a mesma configuração de equipamento de raios X que a tecnologia convencional, diferenciando-se apenas o sistema de aquisição. O chassis convencional é substituído pelo cassete, “chassis digital”, que captura os raios X incidentes para após ser digitalizada e transformada na imagem digital (Figura 5). O cassete é composto por uma fina placa de fósforo que é capaz de captar a radiação incidente na placa e guardá-la por tempo indeterminado.

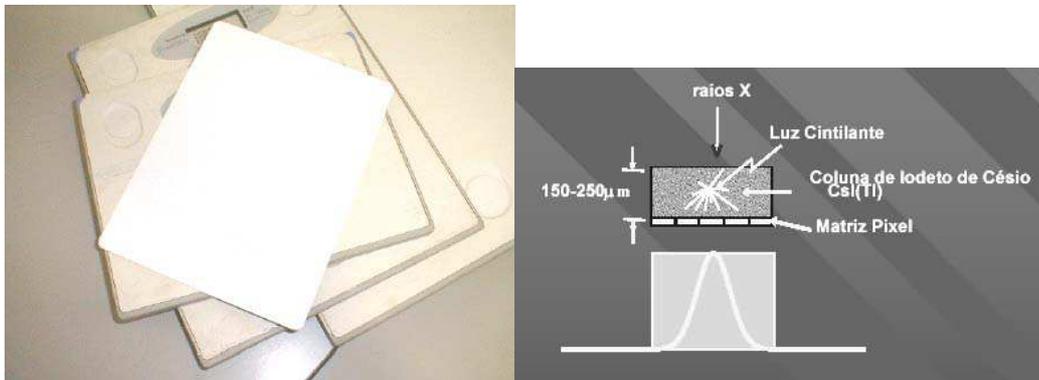


Figura 5: Sistema de aquisição de digital indireto (cassete).

A leitura deste sistema é executada por meio de uma *workstation*, uma leitora acoplada a um computador (Figura 6) que é responsável pela conversão de informação adquirida no cassete para o computador, uma imagem digital. Após executada a leitura do cassete ele é “apagado” por um sistema de cristais e laser e pode ser utilizado novamente para a captura de dados.



Figura 6: Leitora de CR e *workstation*.

2.1.3.3 Tecnologia digital direta

A tecnologia digital direta é uma das mais sofisticadas formas de aquisição de imagem em radiologia. O equipamento possui uma ampola com a configuração normal, porém todo o restante do equipamento é dedicado, possui uma mesa e bucky mural (estativa) que contém um sistema de detectores de radiação, podendo estes ser utilizados para raios X e fluoroscopia.

A imagem é adquirida diretamente sobre o detector e enviada através de sinais à estação de trabalho (Figura 7). Não há necessidade de chassis ou cassetes, as informações são enviadas e processadas para posterior impressão em filmes radiográficos especiais.

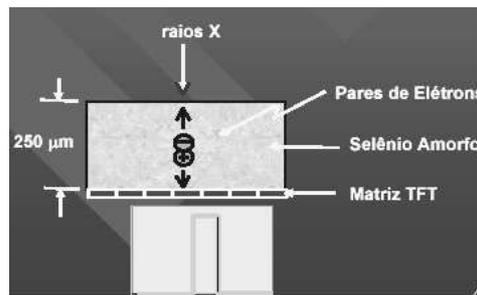


Figura 7: Sistema de aquisição de digital direto.

2.1.4 Normas

Internacionalmente existem literaturas que trazem níveis de referência para dose em pediatria. No Brasil existe uma carência na padronização de serviços, que afeta principalmente a radiologia infantil. A única normatização referente à radiação X para fins diagnósticos é a Portaria 453/98 do Ministério da Saúde (MS). Já para fins de proteção radiológica geral órgãos como a CNEN e o IPEN, possuem conteúdos e diretrizes para radioproteção.

2.1.4.1 Portaria 453/98 MS

A portaria 453/98 entrou em vigor após os primeiros acidentes com radiação ionizante no Brasil. Esta traz especificações a respeito da utilização dos raios X para fins médicos. Abordam as normatizações para equipamentos de radiodiagnóstico e controle de qualidade, princípios de radioproteção e algumas especificações gerais de exames radiológicos.

A portaria traz, em sua essência, os procedimentos que podem ser realizados na radiologia médica e odontológica e alguns parâmetros gerais. Descreve a estruturação de

salas e ambientes adequados para setores de radiologia em clínicas e hospitais, e os requisitos básicos de cada equipamento utilizado. Os princípios de radioproteção ocupacional e da população em geral são apontados, porém enfatizando-se a exposição ao qual o técnico/tecnólogo ou médico é submetido e não discute propriamente a dose em pacientes.

2.1.4.2 Normas internacionais

A dosimetria radiológica teve seu início após a confirmação dos danos que a radiação ionizante provoca no organismo.

Na década de 70 foram constatadas as primeiras medições efetivas de dose de entrada na pele – DEP – nos Estados Unidos. Na seqüência, a Inglaterra realizou medições de grande porte em 1991. Estas pesquisas resultaram mais tarde nos primeiros protocolos e diretrizes para exames radiológicos (Tabela 1) (WALL e SHRIMPTON, 1998).

Tabela 1: Histórico das diretrizes de dosimetria em exposições médicas (WALL e SHRIMPTON, 1998).

País / Ano	Profissionais / Entidades envolvidas	Nomenclatura
Estados Unidos 1985	CDRH	Guia de técnicas e exposição
Estados Unidos 1988	CRCPD	Guia de exposição radiológica
Inglaterra 1990	NRPB/RCR	Guia de doses de referência
Inglaterra 1992	IPSM/CoR/NRPB	Doses de referência
Europeu 1990-97	EC Study Group	Critérios de qualidade
Europeu 1997	EC Directive	Níveis de referência diagnóstica
Mundial 1990	ICRP 60	Níveis de investigação
Mundial 1994	IAEA BSS	Nível de orientação
Mundial 1996	ICRP 73	Níveis de referência diagnóstica

As diretrizes europeias para critérios de qualidade diagnóstica nas imagens em pediatria (*European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics*) são os mais atuais dos protocolos, visto a necessidade de preservar a saúde e minimizar a radiação utilizada em crianças. Recebe grande destaque nesta área os grandes

estudos realizados pelo ICRP, Comissão Internacional de Proteção Radiológica, por conter informações importantes relacionadas ao risco da radiação à saúde, radioproteção, dosimetria de pacientes e otimização de procedimentos. Esta abrange uma área ampla visando fornecer informações que irão proporcionar ao corpo técnico maior capacidade de otimização dos procedimentos.

2.1.4.3 Diretrizes de qualidade radiológica e dose em pediatria

Devido à maior radiosensibilidade em crianças, houve a necessidade de adaptar diretrizes, que antes havia somente para adultos, para uso efetivo na pediatria. Os exames mais realizados na rotina radiológica foram detalhadamente descritos junto a dose de radiação no paciente, média da técnica radiográfica e descrição da qualidade da imagem. Observa-se hoje que os guias de maior aceitabilidade no Brasil e o maior alcance internacional são organizados pelo ICRP e os *guidelines* europeus. Ambos trazem informações significativas a respeito da dosimetria e procedimentos radiológicos (EUROPEAN COMMISSION, 1996; ICRP, 2006).

A comissão européia na organização de suas diretrizes procurou adequar uma imagem radiológica de qualidade diagnóstica e ao mesmo tempo buscar uma menor dose por incidência realizada. Como exemplificação dos dados dosimétricos, a Tabela 2 a baixo demonstra algumas doses referenciadas para incidências radiológicas específicas.

Tabela 2: Dados dosimétricos fornecidos pela CCE (EUROPEAN COMMISSION, 1996; ICRP, 2006).

Categoria	Incidência	Dose de Entrada na Pele (μGy)	Faixa de energia utilizada (kVp)	Máximo de tempo de exposição (ms)
Recém Nascidos	Tórax PA/AP	80	60-65	4
0 à 1 ano	Tórax PA/AP	100	60-80	10
	Tórax Lateral	200	60-80	20
Crianças	Lateral de Face	1000	60-85	20

2.1.5 Radioproteção

Segundo a CNEN, a proteção radiológica “é o conjunto de medidas que visam proteger o ser humano e seus descendentes de qualquer”. Os princípios da ALARA “*As Low As Reasonably Achievable*”, que se refere que a radiação ionizante deve ser tão baixa quanto exequível, devem ser sempre respeitados no uso dos raios X. Uma ponderação adequada destes traz efetividade na proteção radiológica do paciente e trabalhadores e o benefício diagnóstico.

Os princípios são otimização, justificativa e limitação da dose recomendados pela ICRP são as diretrizes básicas a serem seguidas na proteção radiológica.

“Princípio da justificção da prática – nenhuma prática envolvendo exposições à radiação deve ser adotada a menos que produza um benefício suficiente aos indivíduos expostos ou à sociedade que compense os danos decorrentes.

Princípio da otimização da prática – em relação a qualquer fonte dentro de uma prática, a magnitude das doses individuais, o número de pessoas expostas, e a probabilidade de ocorrer exposições onde estas não eram para ser recebidas, deveriam ser mantidas tão baixas quanto exequível, levando em conta também os fatores sociais e econômicos.

Princípio da limitação da dose individual – as exposições de indivíduos resultante da combinação de todas as práticas deve estar sujeita a limites de doses. (MS, 1998)”

A exposição do paciente deve sempre ser justificada pelo benefício clínico que ela trará. Segundo WALL, 2004 quanto maior o volume do corpo exposto mais intensa é a dose efetiva, pois mais órgãos são atingidos pelo feixe de radiação. Devido ao benefício potencial da radiação, podemos dizer que não há como estabelecer doses inaceitáveis nem limites de dose, há sim que se utilizar doses que gerem uma imagem de qualidade, conseqüentemente um potencial diagnóstico eficaz.

2.2 TÓPICOS TEÓRICOS

Na seqüência serão resumidos alguns conceitos importantes para o conhecimento da radiação e dosimetria, essenciais ao entendimento da pesquisa.

2.2.1 Radiação Ionizante e a Matéria

Os raios X são fontes de radiação ionizante, que interage com a matéria de forma a atravessar barreiras de acordo com sua intensidade e com a densidade do material ao qual incide (BUSHONG, 2001). A intensidade do feixe de raios X é obtida através da Equação 1:

$$I = I_0 \times e^{-\mu \times x} \quad (1)$$

onde:

- I é a intensidade do feixe que emerge pelo lado oposto da barreira;
- I_0 é a intensidade da radiação que incide sobre a barreira;
- μ é o coeficiente de absorção linear (densidade específica – quando relacionado ao número atômico do material);
- x é a espessura atravessada do material.

Independente da espessura e densidade do material é importante citar que a intensidade de radiação, por ser exponencial, nunca é completamente eliminada, havendo

sempre um feixe resultante. A intensidade do feixe é proporcional à corrente da ampola (ANDREUCCI, 2001).

A interação da radiação com a matéria consiste na passagem de radiação para o meio irradiado, independente da forma em que acontece. Na faixa do diagnóstico a radiação pode interagir de três modos com a matéria, o efeito fotoelétrico, o espalhamento Compton e a formação de pares. No diagnóstico por imagem o efeito predominante é o efeito fotoelétrico, enquanto no tecido humano atingido grande parte das interações são eventos Compton (BUSHONG, 2001; WOLBARST, 1994).

2.2.2 Dosimetria

A radiação pode ser medida de diversas formas, dependendo da relação que é estabelecida e do resultado de interesse. É importante ressaltar que parâmetros de limitação de dose podem ser calculados, porém não podem ser medidos em sua efetividade, são estes parâmetros que traçam as diretrizes de proteção radiológica. Assim em dosimetria destacamos a dose equivalente, o kerma e a atividade como parâmetros importantes para a limitação de dose.

2.2.2.1 Dose absorvida

É a energia absorvida por unidade de massa. É medida em Gray (Gy). Pode ocasionar interações no tecido humano dependendo da energia (OKUNO, 1988).

2.2.2.2 Dose equivalente

Também chamada de dose absorvida, é a dose de radiação condizente com o tipo de tecido/material o qual atinge, por este fato é dependente de um fator de qualidade, w_R , que se refere ao tipo de radiação, e ao fator de modificação (relacionado a capacidade de ionização do tecido/material). Quando se refere ao corpo humano o fator de modificação é referente aos tecidos atingidos. É expressa atualmente em *Sievert* (Sv) (OKUNO, 1988; CNEN, 2004).

2.2.2.3 Dose efetiva

É referente à dose equivalente analisando o detrimento causado pela radiação ionizante a cada tecido ou órgão do corpo. A dose equivalente é multiplicada pelo fator de peso do tecido w_T (Tabela 3), sendo realizada a somatória dos valores condizentes as regiões irradiadas para obter a dose equivalente.

Tabela 3: Fatores de peso dos tecidos (CNEN, 2004).

Tecido ou órgão	w_T ^[a,b]
Gônadas	0,20
Medula óssea (vermelha)	0,12
Cólon ^[c]	0,12
Pulmão ^[d]	0,12
Estômago	0,12
Bexiga	0,05
Mama	0,05
Fígado	0,05
Esôfago	0,05
Tireóide	0,05
Pele	0,01
Superfície óssea	0,01
Restante ^[e]	0,05

[a] Valores de w_T são aqueles publicados pela ICRP; [b] esses valores foram desenvolvidos para uma população de referência composta por um número igual de indivíduos de ambos os sexos e abrange uma ampla faixa etária. Na definição de dose efetiva estes valores de aplicam a IOE e a indivíduos do público de qualquer sexo e idade; [c] dose calculada como média ponderada por massa, para o intestino grosso superior e inferior; [d] região torácica da área respiratória. [e] Para fins de cálculo, o grupo de tecidos restantes é composto das glândulas supra-renais, cérebro, região extratorácica da área respiratória, intestino delgado, rim, músculo, pâncreas, baço, timo e útero. Nos casos em que um dos tecidos remanescentes mais expostos receba uma dose equivalente mais alta dentre todos os órgãos, deve-se aplicar um fator de peso de 0,025 a esse tecido ou órgão e um fator de 0,025 ponderado por massa aos demais restantes.

2.2.2.4 Dose de entrada na pele

YAKOUMAKIS *et al* (2007) resume a dose de entrada na pele (DEP) conhecida também como *Entrance Surface Doses (ESD)* como a análise da dose de radiação incidente no paciente absorvida no ar no ponto de intercessão do raio central, na superfície da pele do paciente, incluindo a radiação de fundo.

2.2.2.5 Kerma no ar

É definido como uma quantidade de energia cinética dos fótons de raios X transferida para os elétrons do meio (*Kinetic Energy Released in the Medium*). Quantidade que descreve o primeiro passo na absorção da radiação pela matéria. Matematicamente é a

soma de todas as energias cinéticas iniciais dos elétrons liberados pelos fótons em um volume de massa; tendo como sua unidade [J/Kg]. O nome especial para o Kerma é o Gray (Gy). O kerma-ar é o quociente do incremento do kerma pelo intervalo de tempo (OKUNO, 1988).

2.2.3 Camada semi-redutora

Segundo ANDREUCCI (2004) a camada semi-redutora ou “*Half Value Layer*” HVL é definida como a espessura do material capaz de absorver metade da intensidade de radiação sem barreira, sendo representada por *HVL* ou $x_{1/2}$. Esta informação torna prático o cálculo de barreiras utilizadas para fins de proteção radiológica. A Equação 2 representa o cálculo do HVL com base no coeficiente de atenuação linear.

$$HVL = \frac{0,693}{\mu} \quad (2)$$

onde:

- *HVL* é a camada semi-redutora.
- μ é o coeficiente de atenuação linear.

2.2.4 Métodos de detecção da radiação

A radiação pode ser medida de diversas maneiras, o que vai determinar a escolha é o tipo de radiação a ser medida e a intensidade em que ela se encontrará. Os métodos de mensuração da radiação em destaque são os dosímetros termoluminescentes e a câmara de ionização.

2.2.4.1 Dosímetros termoluminescentes

Os dosímetros termoluminescentes de sulfato de lítio (TLD-100) são finas películas com capacidade de armazenar a radiação incidente, liberando sua resposta apenas quando aquecido à aproximadamente 200° Celsius, na forma de fluorescência (ANDREUCCI, 2004).

Segundo GERMAN (2006) os cristais de TLD têm a capacidade de medir doses extremamente baixas, aproximadas da magnitude da radiação de fundo, portanto, são muito úteis em medidas dosimétricas nos exames radiológicos. Existem definições básicas para quantificar o desempenho dos TLDs. O nível crítico, onde a dose é muito acima da radiação de fundo ou “background” BG. Nível de detecção, sendo esta a melhor faixa de medida a ser utilizada, com elevado nível de confiança. Limite de determinação aonde se chega ao limite a ser mensurado pelo dosímetro, extremamente próximo da BG.

2.2.4.2 Câmara de ionização

Segundo ANDREUCCI, 2004 as câmaras de ionização são instrumentos utilizados para a mensuração de pequenas intensidades de radiação ionizante. O sinal no detector é proveniente da energia de radiação absorvida no volume gasoso da câmara, e este pode determinar o tipo de radiação incidente através da faixa de energia detectada.

2.2.5 Efeitos da radiação no organismo

A radiação ionizante interage em nível celular e um dos seus principais efeitos é a ionização, que gera um impacto nas células irradiadas. A molécula de água é atingida em maior proporção gerando conseqüências como a radiólise, possibilitando a produção de radicais livres. Os radicais livres devido a sua grande reatividade podem causar danos nas células e moléculas, podendo resultar em seqüelas da radiação ionizante. As lesões radioinduzidas podem ser diretas, quando resultantes do processo de ionização, e indiretas por conseqüência dos radicais livres. A Figura 8 demonstra como exemplo estes efeitos na molécula de DNA (ácido desoxidorribonucleico) (NOUAILHETAS, 2007).

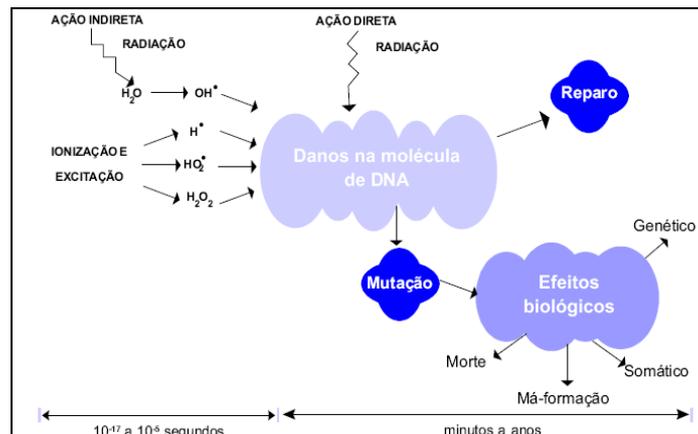


Figura 8 : Conseqüências da irradiação da molécula de DNA (NOUAILHETAS, 2007).

É importante ressaltar que os efeitos da radiação ionizante em células e tecidos atuam de forma diferenciada em cada organismo, e que nas células, na maioria das situações, procuram a regeneração.

“Os seres vivos, em geral, e o Homem, em particular, dispõem de mecanismos biológicos que lhes conferem capacidade, dentro de limites ainda por estabelecer, de convívio com radiações ionizantes.” (NOUAILHETAS, 2007).

2.2.5.1 Efeitos Determinísticos

São efeitos da radiação para os quais existe um limiar de dose absorvida necessário para sua ocorrência e cuja gravidade aumenta com o aumento da dose. Os efeitos determinísticos ocorrem em altos níveis de radiação que podem causar dano ao tecido, o indivíduo exposto é submetido a doses acima do limiar estabelecido para os tecidos em consideração. A severidade dos danos dependerá da dose da capacidade de regeneração do tecido atingido. Quando a dose ultrapassa o limiar do tecido/órgão a severidade da lesão aumenta com a dose aplicada (ANDREUCCI, 2004; OKUNO, 1988).

2.2.5.2 Efeitos estocásticos

Consistem e efeitos para os quais não existe um limiar de dose para sua ocorrência e cuja probabilidade de ocorrência é uma função da dose. A gravidade desses efeitos portanto, independe da dose. Qualquer nível de radiação ionizante poderá ocasionar este tipo de dano, há probabilidade de ocorre efeitos como o câncer radioinduzido. Em geral

efeitos estocásticos aumentam sua chance de acontecimento com o aumento de exposições (ANDREUCCI, 2004; OKUNO, 1988).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS E INFRA-ESTRUTURA

Os materiais e infra-estrutura utilizados foram resultantes de uma parceria entre pesquisadores das universidades: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); Universidade Federal do Paraná, na representação do Hospital de Clínicas (HC – UFPR); e do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN – UFPE), na disponibilização de materiais. A clínica particular, Centro de Imagem Dr. Leonel Ferreira, situada na cidade de Cascavel, também estabeleceu uma grande parceria com a pesquisa ao disponibilizar sua infra-estrutura e participação efetiva na coleta de dados pediátricos.

3.1.1 Equipamentos de Raios X

O equipamento 01, disponibilizado para exames pediátricos, no Centro Diagnóstico 1, é um equipamento fixo de alta frequência da marca VMI (tecnologia nacional), do modelo *Compact Plus*, com uma filtração total de aproximadamente 4mm de alumínio (Figura). Este equipamento pertence ao HC há 10 meses (referência ao início da pesquisa), obedecendo aos critérios estabelecidos pela portaria 453/98 a respeito de equipamentos radiológicos.



Figura 9: Equipamento VMI – *Compact Plus*, pertencente a Sala 01 do HC.

O equipamento 02 pertencente ao Centro Diagnóstico 2, é do modelo Toshiba convencional (Figura 10), sendo utilizado com o sistema de aquisição digital indireta da AGFA, e a digitalizadora AGFA com manipulador de imagens acoplada.



Figura 10: Equipamento Toshiba.

O sistema de manipulação de imagens AGFA modelo CR 25.0 (Figura 11), permite a manipulação de imagens em contraste e densidade até um nível permissível sem perda de informações.



Figura 11: Digitalizadora, chassis digital e console de manipulação.

3.1.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Durante a aquisição de dados, instrumentos de medida como espessômetro e trena (portátil) foram utilizados. Estes forneciam dados numéricos significativos para as simulações dosimétricas.

Para a aquisição dos dados clínicos do paciente em questão, um formulário de dados pessoais do paciente era preenchido, junto ao conhecimento da pesquisa e a autorização expressa dos responsáveis no termo de consentimento.

3.1.3 Dosímetros Termoluminescentes

Para efetuação de medidas diretas de dose de entrada na pele – DEP – dosímetros termoluminescentes radiotransparentes (TLDs) de aproximadamente 1cm^2 (TLD-100) como representado na Figura 12, foram fixados na pele do paciente. Estes dosímetros foram gentilmente cedidos pelo Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes – LMRI.

Figura 12: Dosímetro termoluminescente.

3.1.3.1 Leitora TLDs

Os dosímetros termoluminescentes após a exposição foram enviados em grupos contendo um dosímetro padrão. A leitura deste grupo foi executada no LMRI do DEN – UFPE. A leitora Victoreen, modelo 2800M foi utilizada para a leitura dos TLD-100 (Figura 13).



Figura 13: Leitora Victoreen.

3.1.4 Controle de Qualidade e Calibração

Para certificação do equipamento, utilizou-se uma seqüência de testes de rendimento e calibração efetuados por instrumentos como: câmara de ionização e um medidor multiparamétrico e lâminas de alumínio.

3.1.4.1 Câmara de Ionização

A câmara de ionização utilizada contém 10x5-6 com volume sensível de 6 cm³, acoplada a uma haste própria, em conjunto a um monitor de radiação RADCAL CORPORATION, modelo 9010, conforme a Figura 14.



Figura 14: Câmara de ionização e monitor.

3.1.4.2 Medidor Multiparamétrico

A verificação do tempo de exposição e energia da ampola (kVp) foi realizada através do medidor multiparamétrico (Figura 15), kVp Meter da *Electronic Control Concepts*, modelo 815.



Figura 15: kVp Meter.

3.1.5 Software DoseCal

Os dados obtidos durante a pesquisa foram analisados através do *software* DoseCal V2.31, desenvolvido pela *Radiological Protection Center* do Hospital Saint George's, de Londres. O programa (Figura 16) tem como ferramentas o cálculo da DEP e dose efetiva em órgãos através de simulações com fantasmas, para uma grande variedade de exames radiológicos e biótipos de pacientes. O DoseCal foi gentilmente cedido para fins de pesquisa.

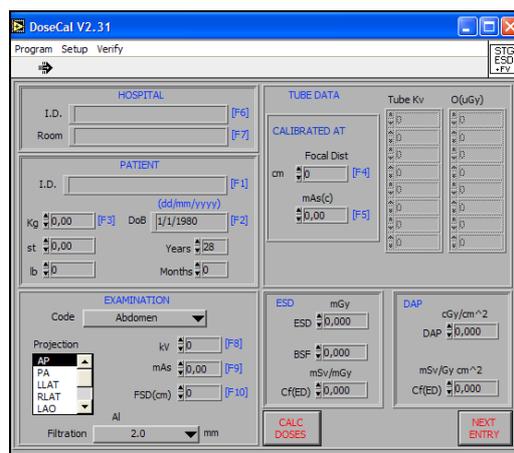


Figura 16: Tela de inserção de dados DoseCal.

3.2 DESENVOLVIMENTO

A dosimetria radiológica pode ser efetuada de diversas maneiras, através da utilização de fantasmas e do acompanhamento de situações práticas. O método de escolha neste trabalho é o da observação e coleta de dados técnicos de exames radiológicos. Os dados utilizados são pertencentes a rotina radiológica pediátrica do Hospital de Clínicas (HC – UFPR) na cidade de Curitiba, e o Centro de Imagem Leonel Ferreira na cidade de Cascavel.

O projeto foi levado inicialmente à análise do Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos (CEPSH) da UFPR, aprovado sob o registro CEP/HC:0188.0.208.000-07 (Anexo 1). Iniciou-se a coleta de dados em pacientes, com a devida ciência e autorização de seus responsáveis legais.

3.2.1 Critérios de Seleção

A escolha dos grupos pertencentes ao estudo foi por meio da observação da demanda de exames presentes no local e com a análise de estudos anteriores (LUNELLI *et al*, 2006; Oliveira *et al*, 2004 e SCHNEIDER *et al*, 1998). A faixa etária estabelecida como pertencente à pediatria foi a analisada durante a coleta de dados, estabelecendo o limite de

zero a 15 anos. Os exames selecionados foram realizados em uma única sala de raios X, procurando manter as condições normais de atendimento do setor, para que houvesse um diagnóstico real da situação, sem interferências significativas do estudo.

Os pacientes foram selecionados através da guia de exames, onde constam dados com a idade e incidências a serem realizadas. Após a seleção, os pais ou responsáveis foram convidados a participarem da pesquisa através de seus filhos e acompanharem a coleta de dados. Nesta etapa, torna-se claro que não há interferência significativa na rotina dos exames radiológicos solicitados.

3.2.2 Incidências Selecionadas

As incidências utilizadas para o presente estudo se devem à observação da rotina do setor e com referência em dados significativos anteriormente coletados. FREITAS (2004) e COMPAGNONE (2005), utilizam em suas pesquisas diversas incidências e serviram de base a escolha das mesmas. No presente estudo, as incidências PA/AP de tórax, lateral de tórax e lateral de seios da face foram as escolhidas, levando em consideração principalmente seu número significativo nos setores.

As incidências realizadas para pacientes pediátricos possuem algumas particularidades. O modo de execução do exame é adaptado pela idade e impacto psicológico que o exame causa na criança. Em crianças menores de 2 anos, o exame é executado deitado em AP, sendo o uso do bucky da mesa opcional pelo técnico. Crianças até os 6 anos costumam necessitar de imobilização, esta deve ser executada preferencialmente pelos pais e acompanhantes (exceto em caso de gravidez), estes devem ser devidamente protegidos com vestimentas plumbíferas conforme a Figura 17.



Figura 17: Imobilização adequada para crianças (observa-se que o uso de luvas plumbíferas seria necessário) (BONTRAGER, 2005).

A equipe técnica deve evitar a imobilização das crianças e fazê-la apenas quando há necessidade, pois devido à exposição ocupacional, deve-se evitar permanecer com os pacientes durante a irradiação por critérios de radioproteção.

Para crianças maiores de 2 anos, pode-se utilizar a opção de realizar as incidências no bucky mural. Em caso de exames de tórax com a criança sentada na extremidade da mesa abraçando o chassis ou com o chassis fixado a um suporte especial (o auxílio dos pais também pode ser utilizado para a sustentação do chassis). Para as incidências torácicas a escolha por AP ou PA depende muito do fator psicológico da criança, pois as mesmas quando assustadas possuem dificuldade em ficar com a face de frente para o bucky mural, já crianças maiores costumam não ter objeções à posição como demonstrado na Figura 18.



Figura 18: Posicionamento da incidência PA de tórax no bucky.

Independente do modo de aquisição da imagem, se convencional ou digital, não há diferenciação na técnica de coleta de dados ou no posicionamento do paciente, apenas no padrão de parâmetros de irradiação que será visto no próximo capítulo.

3.2.3 Grupos de Análise

Para fins comparativos dividiram-se os dados pediátricos em grupos segundo a faixa etária dos pacientes pediátricos. HART *et al* (2000) afirma que existe uma pequena variação de espessura do paciente em determinadas áreas do corpo nas faixas etárias escolhidas, conferindo menor variabilidade na simulação e análise dos dados (Tabela 4).

Tabela 4: Espessura média para o tórax e crânio em cm (HART *et al*, 2000).

Idade	Tórax AP	Tórax Lateral	Crânio Lateral
0	8,5	10	9
1	12	15	12
5	14	19	14,5
10	16	23	14,5
15	18	27	14,5

Com referência em estudos anteriores, LUNELLI *et al* (2006); OLIVEIRA *et al* (2004) e Azevedo *et al* (2003) através da análise dos pacientes encontrados nos locais de pesquisa, cada incidência coletada foi direcionada a um grupo tendo como base a faixa etária do paciente. Os grupos apresentaram-se da seguinte maneira: de 0 a 1 ano, de 1 a 5 anos; 5 a 10 anos e 10 a 15 anos. Para maior entendimento das discussões procurou-se denominar os grupos em A ($0 \leq \text{idade} < 1$), B ($1 \leq \text{idade} < 5$), C ($5 \leq \text{idade} < 10$) e D ($10 \leq \text{idade} < 15$).

3.2.4 Coleta de Dados

O acompanhamento de todas as incidências pela equipe de pesquisa é parte fundamental para garantir a fidelidade dos dados e a coleta dos dados clínicos do paciente, sem realizar alteração da rotina.

Dados como a espessura da região examinada (torácica ou craniana), distância foco-filme, distância foco-pele, corrente do tubo (mAs) e energia da ampola (kVp) são obtidos concomitante à realização do exame.

Informações pessoais e clínicas do paciente são obtidas da guia de exame e confirmadas diretamente com pais ou responsáveis. As incidências foram realizadas conforme o pedido médico e os dados coletados durante a realização do exame e após o mesmo.

As informações foram recolhidas concomitantemente nos equipamentos em participação na pesquisa, convencional e digitalizado.

3.2.5 Utilização dos TLDs

Alguns pacientes pertencentes à pesquisa em ambas instituições foram escolhidos em caráter aleatório para participarem da coleta de dados, adicionando-se um dosímetro radiotransparente, TLD, a cada incidência realizada. Estes eram dispostos no raio central (Figura 19), representado pelo feixe luminoso do equipamento, sendo utilizado um dosímetro por incidência radiográfica.



Figura 19: Paciente posicionada para a incidências PA de tórax, com o dosímetro na região central do feixe (fixado por micropore).

Pacientes dos dois locais de pesquisa foram submetidos a medidas dosimétricas com TLDs, sendo que, no centro diagnóstico 01, as medidas foram executadas para serem comparadas ao DoseCal, e as medidas, no centro diagnóstico 02, foram apenas acompanhadas por TLDs devido à dificuldade encontrada em se fazer os testes de rendimento necessários.

3.2.5.1 Armazenamento e Transporte

Os dosímetros utilizados durante a pesquisa foram fornecidos em grupos contendo um dosímetro padrão, para que qualquer dose adicional, assim como a radiação de fundo, não interferisse de forma significativa nos resultados. Procurou-se durante todo o processo manter as condições de transporte e ambientais apropriadas para não haver variações significativas nos dados ocasionadas por fatores secundários.

3.2.5.2 Leitura dos TLDs

A leitura do TLD-100 (Figura 20) é realizada pelo Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes do DEN – UFPE. Para este fim, é utilizada a leitora Victoreen, que através do aquecimento do dosímetro de fluoreto de lítio é registrada a dose, que comparada ao dosímetro padrão é registrada a dose resultante, a DEP.

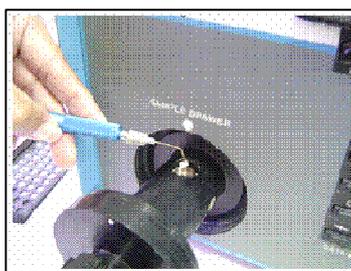


Figura 20: Leitura do TLD-100 (DEN – UFPE).

3.2.6 Testes de Rendimento

Os testes de rendimento da ampola foram realizados somente no equipamento do centro diagnóstico 01 para verificar a confiabilidade dos dados fornecidos pelo sistema para posterior avaliação computacional. Valores reais de tempo de exposição e energia do tubo são comparados aos valores indicados no equipamento. Para todos os testes realizados foram efetuadas no mínimo três aferições e somente duas quando não apresentavam variações significativas. No centro diagnóstico 02 não houve disponibilidade de equipamentos para a realização dos testes até o presente momento.

3.2.6.1 Rendimento

O rendimento do equipamento 01 foi realizado com o medidor de parâmetros. Valores nas faixas de 50, 60, 70 e 80 kVp conforme demonstrado na Tabela 5. A cada exposição realizada fornecia-se um intervalo para estabilizar o equipamento. As leituras foram realizadas duas vezes, apresentando um desvio padrão médio de 1,11 para o comportamento do equipamento.

Tabela 5: Valores de rendimento do potencial do tubo do equipamento 01 em kVp.

Indicado	Leitura 1	Leitura 2	DP
50	52,2	48,7	1,77
60	58,1	58,1	1,10
70	68,7	68,7	0,75
80	81,4	81,4	0,81

3.2.6.2 Camada Semi-Redutora

A filtração total do equipamento 01 foi mensurada através das medidas com auxílio da câmara de ionização e lâminas de alumínio, sendo de aproximadamente 4 mm Al.

3.2.6.3 Tempo de Exposição

O tempo de exposição do equipamento foi verificado através do medidor multiparamétrico. O seu comportamento foi linear com variações insignificativas conforme a Tabela 6, não ultrapassando as normas estabelecidas pela portaria 453/98.

Tabela 6: Verificação do tempo de exposição em segundos.

Indicado	Leitura 1	Leitura 2	Média
0,1	0,107	0,107	0,11
0,05	0,057	0,057	0,06
0,01	0,016	0,017	0,02

3.2.6.4 Dose no ar

Durante os testes do equipamento, um dos fatores mais importantes para a posterior simulação dos dados foram os valores de dose no ar. Estes são mensurados através do uso de uma câmara de ionização (devidamente estabilizada) no feixe central da ampola. Oito faixas de potencial (50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85) de tubo foram ajustadas de forma a se adequarem aos dados pedidos pelo programa de simulação.

Durante os testes, foram executadas para cada valor de potencial três exposições com corrente fixa de 4 mAs (200 mA e 0,02 s) incidindo na câmara de ionização, fixada há 79 cm do ponto focal da ampola. Através de cálculos simples (inverso do quadrado da distância e conversões de valores) as doses no ar em μGy para 79 cm foram convertidas para a distância de 100 cm, adequando-se assim ao exigido pelo sistema. A Tabela 7 demonstra os valores obtidos e o desvio padrão entre as medidas.

Tabela 7: Valores médios de dose no ar

Leituras	Potencial do Tubo (kV)	Dose no Ar (μGy)
1	50	$64,551 \pm 0,19$
2	55	$84,6077 \pm 1,05$
3	60	$107,1023 \pm 0,76$
4	65	$132,057 \pm 0,97$
5	70	$156,2445 \pm 0,66$
6	75	$183,8913 \pm 1,05$
7	80	$211,3018 \pm 0,61$
8	85	$238,9296 \pm 4,35$

3.2.7 Simulações Dosimétricas

Os dados de rendimento do equipamento, obtidos nos testes realizados, são utilizados como entrada no programa DoseCal. Os valores de potencial do tubo junto aos valores de dose no ar, utilizados para a calibração do equipamento foram inseridos no sistema a fim de fornecer as características do equipamento utilizado.

Inseridos os valores, o programa já está pronto para as simulações que necessitam de dados como: equipamento utilizado, registro do paciente, idade e data de nascimento, peso, incidência realizada, mAs, kVp, distância foco-pele e filtração do equipamento.

A partir da verificação dos dados o programa fornece como resultados das simulações através de fantasmas compatíveis com o paciente escolhido. São fornecidas a DEP, a dose efetiva, e a dose equivalente nos órgãos.

Cada dado deve ser analisado individualmente, pois o programa contém algumas particularidades importantes como levar em consideração a data atual (data da simulação) e a data de nascimento como referência para calcular a idade do paciente. Portanto deve-se simular os dados o mais próximo possível da data de medida real, para que possa fornecer a idade real do paciente na época da exposição.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta de dados foi realizada durante o período de 5 meses no centro diagnóstico 1 e pelo período de 1 mês no centro diagnóstico 2. A amostra do centro diagnóstico 1, foi de 145 incidências radiográficas, sendo destas 76 AP/PA de tórax, 54 lateral de tórax e 14 lateral de ossos da face (Cavum). Do total de pacientes voluntários obteve-se 45% do sexo feminino e 55 % do sexo masculino.

Conforme a metodologia descrita, a divisão em grupos foi realizada segundo a faixa etária estabeleceu-se traçando a proporcionalidade entre as incidências estudadas e os grupos descrita na Figura 21.

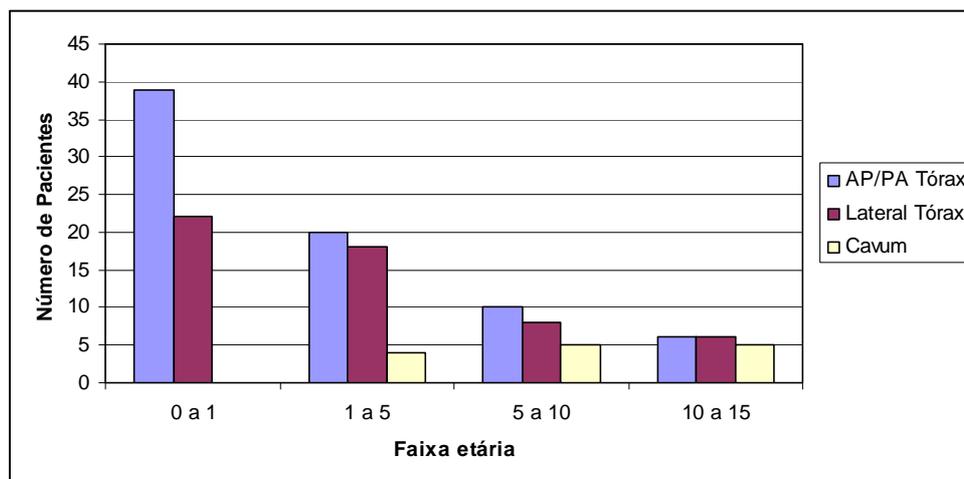


Figura 21: Amostra estudada no centro diagnóstico 1.

A amostra estudada no centro diagnóstico 2 apesar de numericamente menor teve um comportamento significativo nos dados conclusivos do estudo. Foi composta de 17 pacientes submetidos aos mesmos exames diagnósticos do centro de diagnóstico 1, porém utilizando-se a radiologia digital indireta. Das 19 incidências realizadas 42% foram em pacientes do sexo masculino e 58% do sexo feminino nas três incidências radiológicas estudadas, podendo ser constatada sua distribuição na Figura 22.

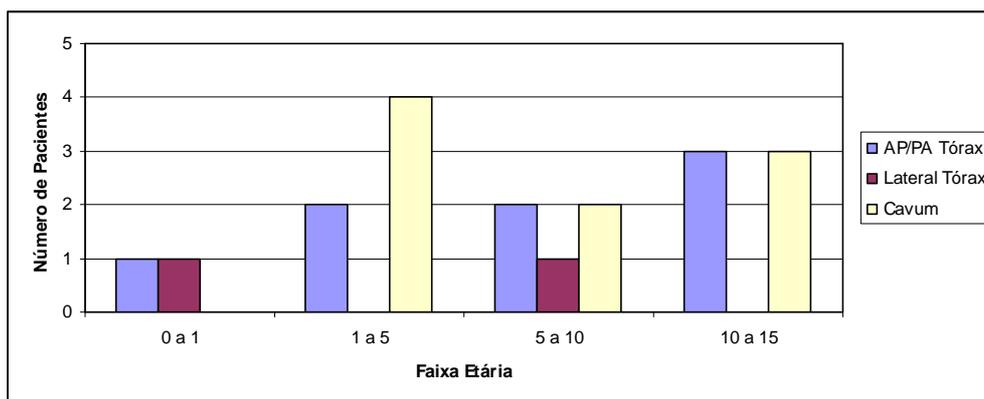


Figura 22: Amostra estudada no centro diagnóstico 2.

A diferenciação dos exames foi principalmente devido ao perfil de pacientes das duas instituições, sendo que no centro diagnóstico 1 o atendimento abrange questões de urgência, e emergência e exames ambulatoriais, e no centro diagnóstico 2 temos a presença apenas de exames ambulatoriais. Apesar dos mesmos exames serem estudados nos dois centros diagnósticos temos uma diferença na metodologia abordada no centro diagnóstico 2, que dificulta o grande número de amostras.

No centro diagnóstico 1 foi realizada as coletas dos dados e após simulada a dosimetria através do programa DoseCal. Os dados principais obtidos para a simulação de dose foram a idade do paciente, peso, potencial e corrente do tubo. A média dos valores para os respectivos exames selecionados esta descrita nas Tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8: Média dos dados obtidos para as incidências AP/PA de tórax.

Faixa Etária (anos)	Idade Média (anos)	Massa (kg)	kVp	mAs
0 a 01	8 meses	8,99	48,21	1,95
01 a 05	3,25	15,31	58,65	1,89
05 a 10	8,2	28,96	59,6	2,96
10 a 15	12,66	39,67	64,33	2,66

Tabela 9: Média dos dados obtidos para as incidências lateral tórax.

Faixa Etária (anos)	Idade Média (anos)	Massa (kg)	kVp	mAs
0 a 01	8 meses	8,99	64,54	1,94
01 a 05	3,3	15,58	66,72	1,90
05 a 10	8,5	32,45	72,50	3,25
10 a 15	12,8	41,80	83,60	3,60

Tabela 10: Média dos dados obtidos para as incidências lateral de ossos da face.

Faixa Etária (anos)	Idade Média (anos)	Massa (kg)	Espessura	kVp	mAs
0 a 01	0	0	0	0	0
01 a 05	2,75	11,75	11,75	58,25	4,45
05 a 10	6,2	21	15,8	63	3,8
10 a 15	12,6	54,6	16,2	69,6	6,5

Através da análise dos valores pode-se perceber a variação da energia e corrente do tubo de raios X, utilizadas para cada incidência. Os valores utilizados no centro diagnóstico 1 encontram-se condizentes com os valores citados nas diretrizes europeias (EUROPEAN COMMISSION, 1996) para a maioria das incidências e grupos.

Na radiologia torácica representada pelas incidências AP/PA e Lateral de Tórax, algumas considerações merecem destaque. Para o grupo A (0 a 1 ano) as incidências em AP e lateral encontram-se condizentes com a faixa de kVp e mAs recomendada pelas diretrizes europeia, destacando-se a utilização de um limite menor de mAs para as incidências laterais. Para a incidência lateral alguns serviços costumam realizar o aumento do mAs para não sobrecarregar o tubo, isto principalmente em adultos. Por este motivo em geral o mesmo protocolo é mantido para a pediatria, porém analisando a pequena variação de espessura da incidência em AP para o perfil (citada no subcapítulo 3.2.2) podemos manter a corrente compensando de maneira apropriada na energia do tubo sem haver sobrecarga. O valor de corrente considerado limite para o AP nas diretrizes europeias é de aproximadamente 2mAs (foco grosso e 10ms), e na incidência lateral é de aproximadamente 4mAs (foco grosso e 20ms). Segundo estudo anteriormente realizado na mesma instituição (LUNELLI, 2005), uma inovação na rotina do setor foi implementada, sendo mantido a média de 1,95 mAs da incidência AP para o perfil, e compensando em média de 2 a 5 kVp na energia do tubo. Esta inovação resulta na compensação do aumento da estrutura sem o aumento significativo da dose fornecido pelo mAs.

Os grupos B, C e D mantiveram o mesmo comportamento para as incidências de tórax, sendo interessante citar que o aumento selecionado na energia do tubo em média para estes grupos varia de 5 a 10 kVp para os grupos B e C e de 7 a 15 kVp para o grupo D. Este fator se deve devido ao aumento da espessura lateral torácica nas idades por estes grupos representadas.

Todos os valores coletados na prática estão diretamente relacionados à espessura média dos pacientes, pois fornece uma média geral do tamanho da criança. Estas relações podem ser utilizadas como referência na prática radiológica, sabendo-se a constante do equipamento de raios X, através da “regra do espessômetro” (BONTRAGER, 2005 e BUSHONG, 2001).

É importante constatar que o uso de grades anti-difusoras não é comum em crianças até 5 anos (dificilmente utilizada em crianças menores que 1 ano), todavia é um fator extremamente relacionado com a prática setorial. Esta informação justifica a média de kVp encontrada nas tabelas 7, 8 e 9, inferior a média abordada pela comissão européia. No presente estudo no centro diagnóstico 1 as grades difusoras eram utilizadas apenas em pacientes acima de 10 anos, isto estabeleceu-se como uma rotina técnica e setorial. A faixa de mAs e kVp encontradas no grupo D é diferenciada principalmente por este fator e a proximidade da espessura da área torácica destas crianças a um adulto.

Dentre os pacientes selecionados para a pesquisa pode-se perceber a variação média da espessura torácica e craniana dos mesmos nos dois centros diagnósticos estudados.

Observando as Tabelas 11, 12 e 13,

Tabela 8 pode-se verificar a variação destes valores para as três incidências em estudo.

Tabela 8: Espessura dos pacientes na incidência AP/PA de tórax

Faixa Etária (anos)	Espessura (cm)			Massa (kg)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
0 a 1	5,00	16,00	12,19	1,00	12,50	7,73
1 a 5	12,00	17,00	13,95	12,00	22,00	15,30
5 a 10	12,00	20,00	15,60	19,00	58,00	28,56
10 a 15	18,00	22,00	18,83	29,00	55,00	39,66

Tabela 12: Espessura dos pacientes na incidência lateral de tórax

Faixa Etária (anos)	Espessura (cm)			Massa (kg)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
0 a 1	12,00	22,00	16,81	3,90	15,00	8,99
1 a 5	13,00	25,00	19,00	12,00	22,00	15,58
5 a 10	18,00	30,00	26,13	17,00	58,00	32,45
10 a 15	23,00	36,00	29,00	32,00	55,00	41,80

Tabela 93: Espessura dos pacientes na incidência lateral de ossos da face.

Faixa Etária (anos)	Espessura (cm)			Massa (kg)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
0 a 1	0	0	0	0	0	0
1 a 5	12	15	11,75	12	15	11,75
5 a 10	12	20	15,8	19	58	21
10 a 15	18	22	16,2	29	55	54,6

HART *et al* (2000) em seus estudos percebeu uma linearidade entre a espessura do paciente em estudo com o aumento da dose. Isto é a medida que constatamos o aumento da espessura da criança, em média maior será a dose utilizada. Doses mais baixas devem ser pertencentes a faixa neonatal e assim que as idades/espessuras aumentam há uma linearidade no aumento da dose. Porém é interessante ressaltar que a dose por área produto vai aumentando consideravelmente com o aumento da idade, esta fornece uma estimativa entre o peso e a dose do paciente (fornecida em Gy.cm²).

No centro diagnóstico 2 os dados numéricos fornecidos foram os necessários para a simulação de dose, contudo a metodologia aplicada é o uso de TLDs e os dados utilizados apenas para correlação. A tabela 13 demonstra o comportamento destes dados.

Tabela 14: Média dos dados obtidos para as três incidências em estudo.

Faixa Etária (anos)	Incidência	Idade Média		Massa (kg)	Espessura	kVp	mAs
			(anos)				
0 a 1 ano	Tórax	AP	1	7,6	10	76	8
		PF	1	7,6	16	82	8
1 a 5 anos	Tórax	AP	2,5	21,5	10,5	68	8
	Cavum		2,8	15,2	11,34	62,75	45
5 a 10 anos	Tórax	AP	10	29	16	82	8
		PF	10	20	20	88	8
	Cavum		8	29,5	12	56	40
10 a 15 anos	Tórax	AP	13,67	34,54	16	80	8
	Cavum		13,34	50,67	11,67	62	60

Os valores relacionados à técnica de exposição utilizada diferenciam-se muito do centro diagnóstico 1 devido a tecnologia de captação de imagem utilizada através de cristais de fósforo sensíveis aos raios X (que possuem uma sensibilidade diferenciada do conjunto chassi-écrans). É importante ressaltar que além da diferente tecnologia utilizada, o uso de grade foi convencionado para todas as incidências neste centro diagnóstico,

adaptando-se formas para o seu uso independente da idade da criança. Este fator explica em parte os valores maiores para kVp e mAs utilizados. A recomendação da CCE é do uso de grade apenas para crianças maiores, pois este uso implica em um aumento significativo da dose na criança, que poderá ser percebido nos valores de dosimetria expostos no decorrer deste capítulo.

É interessante constatar que no presente estudo em média a maior dose proporcional é aplicada ao grupo A nos dois centros diagnósticos estudados. Obedecendo a proporcionalidade do aumento da espessura e idade do paciente, nos demais grupos estudados. Isto é, doses maiores acompanhando o crescimento dos pacientes (HUDA et al, 1998). Este comportamento é comum mesmo em outros estudos como de (OLIVEIRA *et al*, 2001 e LUNELLI 2005), por ser a massa e espessura do paciente determinante para a medida de dose, e muitas vezes a limitação técnica dos equipamentos acaba por restringir os exames a margem inferior de técnica permitida pelo equipamento.

O acompanhamento dosimétrico executado nos dois centros analisados foi diferenciado, como demonstrado na metodologia, portanto seus resultados serão discutidos separadamente. A análise dosimétrica computacional estabelecida pelo programa DoseCal foi executada apenas no centro diagnóstico 1, onde todas as características funcionais e de controle de qualidade foram verificadas. Dos TLDs utilizados na pesquisa, 25 foram expostos neste mesmo centro, estes pacientes selecionados aleatoriamente foram submetidos aos dois métodos de análise. No centro diagnóstico 2 a dosimetria foi verificada utilizado-se 19 TLDs expostos aleatoriamente nos pacientes da amostra de interesse da pesquisa.

A escolha de apenas um método de avaliação para o centro diagnóstico 2 é explicada em parte, pela dificuldade em se obter serviços e equipamentos adequados para verificação de equipamentos de raios X e controle de qualidade dos mesmos. Esta é uma realidade presente em muitos setores de radiologia no país, que apenas usufruem destes serviços de qualidade quando compram o equipamento ou quando ele apresenta algum defeito, e é enviado a manutenção especializada. Muitos equipamentos no Brasil não estão em condições adequadas de uso e manutenção preventiva, não cumprindo o determinado pela portaria 453/98, e este é um fator que dificulta muito a utilização de técnicas de exposição adequadas juntamente com requisitos técnicos de exposição.

Na dosimetria do centro diagnóstico 1, através do programa DoseCal foram encontrados os resultados apresentados na Tabela 15. Estes valores não serão comparados aos de referência apontados pela CCE, pois são métodos diferentes de análise, sendo que a parte comparativa restringe-se a análise dos valores entre os grupos e incidências avaliadas.

Tabela 15: Resultados das avaliações de dose de entrada na pele pelo DoseCal no centro diagnóstico 1.

Incidência	Faixa etária	Média	Valor Máximo	Valor Mínimo
AP/PA Tórax	0 a 1 ano	0,222 ± 0,218	1,061	0,044
	1 a 5 anos	0,106 ± 0,032	0,197	0,056
	5 a 10 anos	0,147 ± 0,123	0,458	0,031
	10 a 15 anos	0,118 ± 0,059	0,204	0,066
Lateral de Tórax	0 a 1 ano	0,238 ± 0,189	0,989	0,058
	1 a 5 anos	0,148 ± 0,065	0,345	0,076
	5 a 10 anos	0,254 ± 0,084	0,543	0,109
	10 a 15 anos	0,506 ± 0,403	1,106	0,107
Lateral de Face (Cavum)	0 a 1 ano	0	0	0
	1 a 5 anos	0,147 ± 0,123	0,434	0,104
	5 a 10 anos	0,319 ± 0,055	0,718	0,091
	10 a 15 anos	0,161 ± 0,037	0,191	0,098

É importante analisar que as doses presentes em cada grupo possuem uma grande variação. Na faixa representada pelo grupo A, pode-se observar uma variação devido ao grande número de técnicas utilizadas para pacientes que possuem em média altura e peso similares. LIMA *et al* (2004), observou a discrepância de técnicas mesmo com pacientes com características físicas semelhantes, isto se deve sobretudo a um atendimento não especializado prestado a pediatria, principalmente na faixa de neonatalidade. Nos demais grupos percebe-se que há grande variação da massa dos pacientes, portanto justifica-se em partes, o emprego e técnicas tão variadas utilizadas.

Dosímetros termoluminescentes foram utilizados em 25 pacientes do centro diagnóstico 1, abrangendo os quatro grupos da pesquisa. Constatou-se uma menor dose constatada nos dosímetros termoluminescentes em comparação aos dados da simulação no programa DoseCal. É interessante citar que esta variabilidade já é esperada, visto que os dosímetros são submetidos a condições reais do exame, e as simulações do DoseCal representam a solução matemática para a DEP com base nos dados variáveis obtidos na prática do exame. Os TLDs apresentaram dose média de 0,048 mGy em comparação aos

dados simulados pelo programa DoseCal que foram bem acima apresentado-se em média 0,171 mGy.

Os 25 exames que foram submetidos às duas análises se comparados, apresentam o mesmo comportamento, porém com a diferença numérica significativa, o que justifica sua análise isoladamente. Porém seu comportamento linearizado pode ser observado na Figura 23 para incidência de tórax AP/PA, na Figura para incidência de tórax lateral e na figura para a incidência lateral de ossos da face.

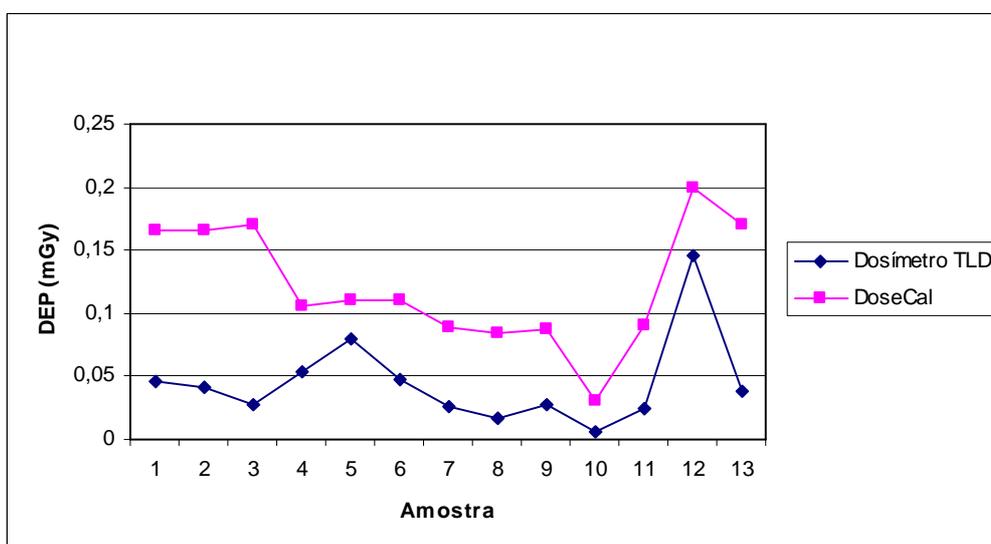


Figura 23: Comparativo entre os resultados com a utilização de TLD e com a simulação no software para as incidências em AP/PA.

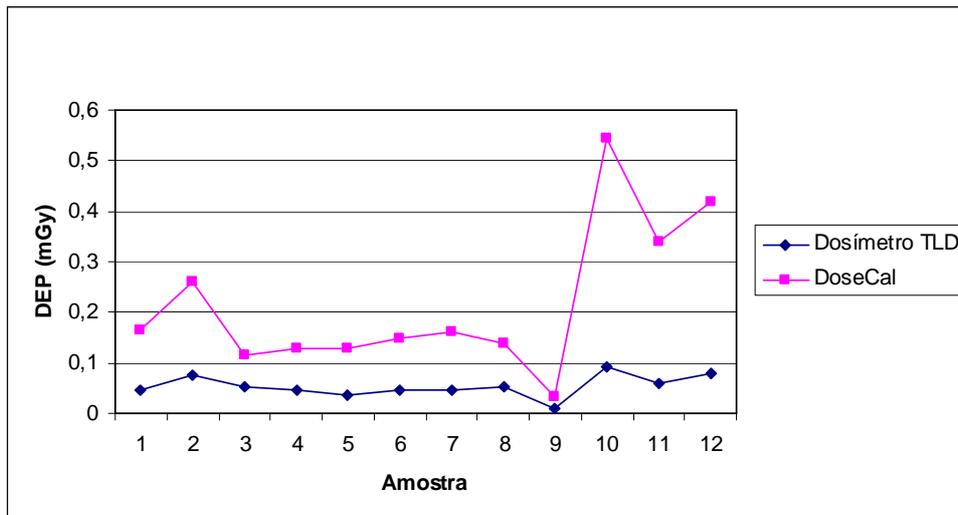


Figura 24: Comparativo entre os resultados com a utilização de TLD e com a simulação no software para as incidências lateral de tórax.

Na incidência lateral de ossos da face tivemos no centro diagnóstico 1 um único dosímetro utilizado que obteve 0,026 mGy em comparação ao valor obtido pela simulação que foi superior 0,288 mGy. Os valores apresentaram diferentes valores numéricos, mas como pode-se observar tiveram o mesmo comportamento na sua maioria.

Analisando os valores obtidos somente através dos TLDs para o centro diagnóstico 1, podemos constatar que as doses para os diferentes grupos analisados mantiveram-se na sua maioria dentro dos padrões recomendados pela CCE. Para a incidência em AP de tórax obteve-se o comportamento demonstrado na Figura 25.

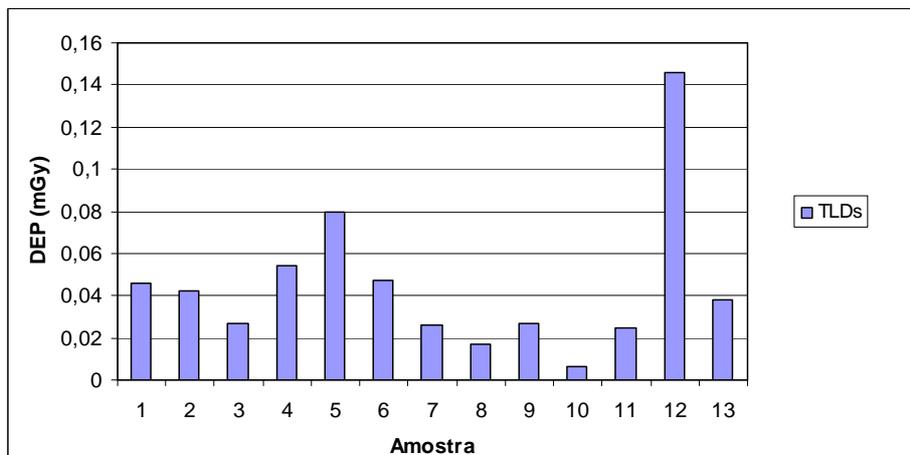


Figura 25: Comportamento da dose nas 13 incidências em AP de tórax avaliadas.

Apenas um dos valores apresentados (número 12) apresentou-se acima das recomendações de dose para incidências AP de tórax que é de 0,1 mGy e o valor representado foi de 0,146 onde o mAs aplicado a este paciente apresentou-se muito maior em relação aos demais representantes do mesmo grupo (Grupo D).

O comportamento das doses nas incidências lateral de tórax é demonstrado pela Figura 26. Nestas medidas todos os valores comportaram-se dentro das referências recomendadas de no máximo 0,2 mSv para incidências laterais de tórax em crianças. Inclusive os valores mantiveram-se por volta de 50% abaixo do limite máximo estipulado. Este comportamento deve-se ao fato que as alterações efetuadas na última pesquisa, (LUNELLI, 2005) na mesma instituição foram mantidas e os padrões mais baixos de mAs continuaram na prática a serem aplicados, mesmo 3 anos após o término da pesquisa. Este fator engrandece a função das pesquisas como uma forma de aprimorar os conceitos práticos de um setor, e não apenas serem sazonais e não aplicáveis a prática.

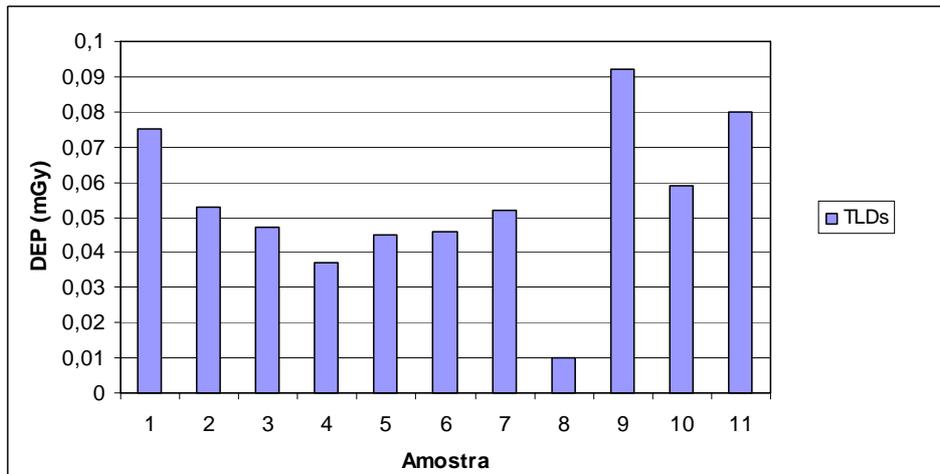


Figura 26: Comportamento da dose nas 11 incidências em Lateral de tórax avaliadas.

Para uma única incidência lateral de ossos da face foi obtida a dose através do TLD, esta teve 0,026 mGy, valor bem abaixo do 1mGy estipulado para esta incidência.

No centro diagnóstico 2 as mesmas incidências foram analisadas, utilizando apenas dosímetros TLDs. Um dos motivos pelo qual a amostra foi mais limitada foi a disponibilidade dos mesmos, coincidentemente com o acompanhamento na prática em outro município, Cascavel. O comportamento desta amostra é avaliado comparativamente com os valores estabelecidos pela CCE. Para a incidências em AP/PA de tórax submetidas a análise dosimétrica, observamos que na radiologia digital indireta os valores de dose encontram-se próximos ou acima da dose de referência estabelecida de 0,1 mGy para a mesma incidência.

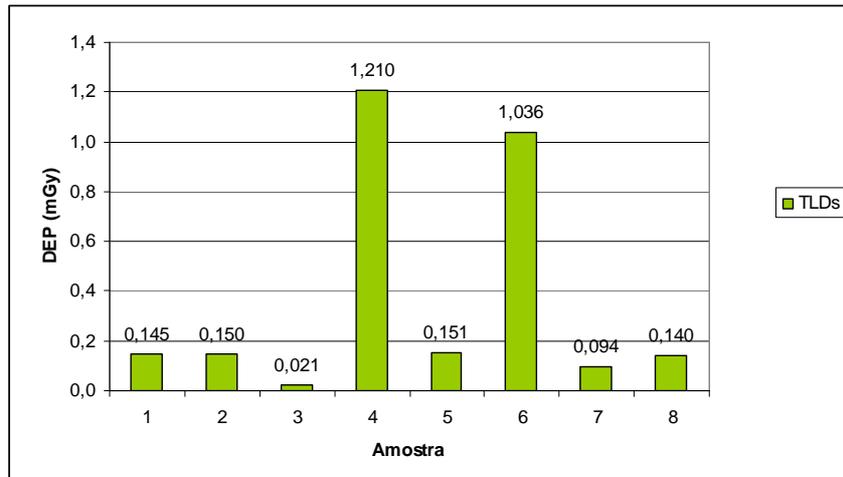


Figura 27: Comportamento da dose nas 8 incidências em AP/PA de tórax avaliadas na radiologia digital.

Nas duas incidências lateral de tórax avaliadas dosimetricamente com TLDs observamos que se mantiveram abaixo do valor recomendado para incidências laterais de tórax em crianças (0,2mGy), observada na Figura 28.

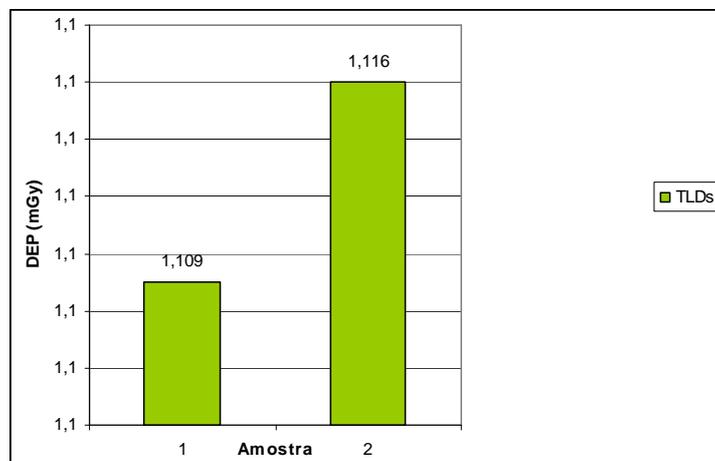


Figura 28: Comportamento da dose nas 2 incidências lateral de tórax avaliadas na radiologia digital.

As incidências de Cavum por possuírem um grande valor clínico na rotina radiológica ambulatorial tiveram mais destaque no centro diagnóstico 2. O valor máximo recomendado para incidências lateral de ossos da face em crianças é de 1 mGy, sendo que

na maior parte da amostra o comportamento foi acima da faixa recomendada, como demonstrado na Figura 29.

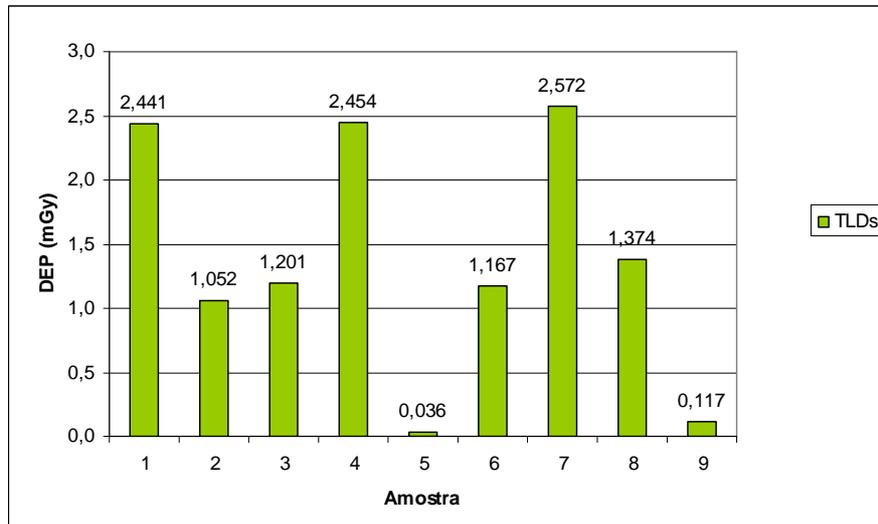


Figura 29: Comportamento da dose nas 9 incidências lateral de ossos da face avaliadas na radiologia digital.

É de suma importância a avaliação técnica cuidadosa destes dados a respeito da radiologia digital. O uso de grades em todos os exames acaba por ser uma rotina nesta nova forma de aquisição devido a maior sensibilidade das placas de fósforo pertencentes ao cassete receptor de imagens (AGFA, 2008). O uso de grades para este tipo de dispositivo é recomendado para diminuir a captação da radiação secundária pelo cassete, porém ainda não foi avaliado as vantagens e desvantagens deste uso. Dispositivos de aquisição digital ainda são pouco utilizados no Brasil, e a técnica de utilização e exposições ainda não foram avaliadas na prática. Os fatores disponíveis para equipe técnica apenas os fornecidos pelo fabricante, o que limita a aplicabilidade do método ao modo já conhecido.

A comparação entre os sistemas de captação de imagem e as tecnologias utilizadas, é um passo de suma importância a ser executado para a melhoria de técnicas de exposição na radiologia digital. O menor número de repetições de exames também deve ser levado em consideração, já que esta técnica permite a correção de até 20% dos fatores de exposição através da manipulação de imagens, sem ser necessária nova exposição do paciente.

As altas doses obtidas no centro diagnóstico 2, são resultantes principalmente de dois fatores: a utilização de grades e a adaptação técnica da equipe ao novo sistema. O uso contínuo de grades anti-difusoras na radiologia digital é passível de estudo e experimentos

para determinar sua real vantagem em comparação aos valores dosimétricos. O treinamento contínuo da equipe técnica e atualização são importantes para todos os serviços de radiologia principalmente na radiologia pediátrica onde a dose é um importante fator a ser observado.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

A DEP foi o objeto de estudo deste trabalho, analisada em duas metodologias diferenciadas pode-se avaliar em parte o comportamento das doses e em dois centros diagnósticos diferentes. A amostra estudada foi satisfatória para as análises executadas, já que procurou-se analisar de 3 incidências das mais executadas entre crianças na radiologia convencional.

O padrão de dose utilizado na radiologia pediátrica no centro diagnóstico 1 foi satisfatório, visto que com a iniciativa anterior padrões de técnicas foram melhorados e mantiveram-se pelo período de 3 anos desde o último levantamento executado. Ainda verifica-se uma dose mais significativa para a faixa de 0 a 1 ano, em partes justificada pela limitação dos equipamento que não permitem algumas variações de mAs, que seriam necessárias para esta diminuição de dose.

O uso de proteção plumbífera para crianças é um fator difícil de ser implantado na prática radiológica, principalmente pela dificuldade de aceitação destes na rotina radiológica dos setores. Verifica-se uma maior atenção ao uso de EPIs provenientes da equipe técnica e até mesmo dos acompanhantes das crianças voluntárias da pesquisa.

A análise da dosimetria na radiologia convencional já é uma rotina em alguns hospitais universitários e centros de pesquisa hoje. Porém a análise da dosimetria em radiologia digital é algo novo, que começa a ser estudado agora devido ao pequeno alcance desta tecnologia em nosso país. A tecnologia digital está chegando e como pode-se perceber vem acompanhada de informações limitadas a respeito das técnicas a serem utilizadas. Observa-se um grande destaque a manipulação de imagens em detrimento aos fatores técnicos utilizados, estes fatores não podem ser colocados em segundo plano, principalmente na radiologia pediátrica. A dosimetria é dependente dos fatores de exposição e estes estão sujeitos a escolha da equipe técnica que não deve limitar-se as informações proporcionadas apenas pelos fabricantes. A pesquisa e a análise da radiologia

digital e uma área que inicia sua exploração agora e que tem muito a evoluir assim como a radiologia pediátrica convencional.

Estudos englobando a dosimetria radiologia digital devem ser explorados com a intenção de melhoria dos dados obtidos, doses mais baixas nestes exames são necessárias e descobrir os meios pelo qual pode-se diminuir estes valores de dose é uma das perguntas provenientes desta pesquisa.

Concluí-se que o aprimoramento técnico das equipes em radiologia pediátrica é uma das melhores maneiras de se obter bons resultados na diminuição da dose. Deve-se gerar uma preocupação na equipe envolvida, levando o conhecimento da dosimetria e das possíveis conseqüências da radiação no organismo, que é somada a grande expectativa de vida das crianças. A conscientização do profissional é a melhor forma de obter o progresso na área.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

A dosimetria pediátrica é uma área que comporta muitos estudos e melhorias no Brasil. O diagnóstico por imagem tem muito a ganhar com novas pesquisas e inovações no setor de atendimento infantil, que pode ser engrandecido por estes estudos. Algumas sugestões são fornecidas neste capítulo, analisando as dificuldades encontradas bem como as idéias que foram surgindo ao longo da coleta dos dados e confecção do trabalho.

Estudos comparativos entre a dose e qualidade de imagem, relacionando as técnicas utilizadas.

Análise de dosimetria e radiação de espalhamento em unidades de terapia intensiva (UTI) neonatal, onde as crianças são submetidas muitas vezes a uma radiografia por dia durante o internamento, este que muitas vezes se prolongam por mais de um mês.

Levantamento de radiação ocupacional em equipes de enfermagem que trabalham em UTI neonatal, muitas vezes sem o conhecimento apropriado.

Cartilhas explicativas sobre a importância do adequado uso da radiação em crianças, trazendo a física e a dosimetria ao alcance dos técnicos em radiologia e médicos. Muitas vezes estes desconhecem ou tem dificuldade no entendimento da importância dos

parâmetros técnicos utilizados nos exames ou no número de exposições ao qual o paciente pediátrico é submetido.

Estudos da sensibilidade dos sensores de captação de imagem digitais em comparação ao sistema tela-filme.

Verificação dos padrões dosimétricos na radiologia digital para diferentes incidências na pediatria.

Comparação entre a dosimetria na radiologia convencional e na radiologia digital com o uso de TLDs.

Confecção de cartas técnicas para a utilização na radiologia pediátrica em radiologia digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HAJ, A., LAGARDE, C., MAHYOUB, F. A comparative study on the susceptibility of Lif : Mg, Ti (TLD-100) and Lif : Mg, Cu, P (TLD-100H) to spurious signals in thermoluminescence dosimetry. **Radiation Protection Dosimetry**, v. , p. 1-4, 2007.
- AZEVEDO, A C P; MOHAMADAIN, K E M; ROSA, L, A R; GUEBEL, M R N; BOECHAT, M C B. **Dose Measurements Using Thermoluminescent Dosimeters And Dosecal Software At Two Paediatric Hospitals In Rio De Janeiro**. Applied Radiation and Isotopes 59. April, 2003. p. 53-57.
- BONTRAGER, K. L. **Tratado De Técnica Radiológica e Base Anatômica**. Ed. Guanabara Koogan S.A., 4^a ed. Rio de Janeiro, 1997.
- BUSHONG, Stewart C. **Radiologic science for technologists : physics, biology, and protection**. 7 edição, 2001
- CIANTAR, D. *et al.* Correlation between quantitative and subjective assessment of image quality in paediatric radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 90, n. 1-2, p. 185-188, 2000.
- CNEN. **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Norma CNEN-NN-3.01. Resolução 27, 2004.
- COMISSÃO EUROPÉIA. **Orientações Relativas Aos Níveis de referência de diagnóstico (NRD) Para Exposições Médicas**. Comunidade Européia, 1999.
- COMPAGNONE, G. PAGAN, L. BERGAMINI, C. Effective dose calculations in conventional diagnostic x-ray examinations for adult and paediatric patients in a large italian hospital. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 114, n. 1-3, p. 164-167, 2005.
- CUNNINGHAM, J. R.; JOHNS, H. E. **The Physics of Radiology**. Charles C. Thomas, 4th edition, 1984.

EUROPEAN COMMISSION. **European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics**. Office for Official Publications of the European Communities, 1996.

FREITAS, M. B., YOSHIMURA, E. M. Dose measurements in chest diagnostic x rays: adult and paediatric patients. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 111, n. 1, p. 73-76, 2004.

GERMAN, U., WEINSTEIN, M., PELLED, O. Determination of quality parameters from statistical analysis of routine TLD dosimetry data. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 119, n. 1-4, p. 306-309, 2006.

HANSSON, B., FINNBOGASON, T., AXELSSON, B. Dose distributions and image quality in paediatric colon examinations: assessment of effective dose and conversion coefficients. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 80, n. 1-3, p. 307-310, 1998.

HART, D., *et al.* The establishment of reference doses in paediatric radiology as a function of patient size. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 90, n. 1-2, p. 235-238, 2000.

JACKSON, G., BRENNAN, P. C. Radio-protective aprons during radiological examinations of the thorax: an optimum strategy. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 121, n. 4, p. 391-394, 2006.

KHOURY, H.; OLIVEIRA, M. L, BARROS, E. **Influência Do Procedimento Radiográfico Na Dose De Entrada Na Pele De Pacientes Em Raios-X Pediátricos**. Departamento de Energia Nuclear / UFPE. Recife, 2002.

LIMA, A. A., CARVALHO, A. C. P., AZEVEDO, A. C. P. Avaliação dos padrões de dose em radiologia pediátrica. **Radiologia Brasileira**, v. 37, n. 4, july/august, 2004.

LÓPEZ, M., *et al.* A regional dose and image quality survey for chest, abdômen and pelvis radiographs in paediatrics. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 90, n. 1-2, p. 275-278, 2000.

NOUAILHETAS, Yannic. Radiações Ionizantes e a Vida. **CNEN Apostilas**. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp>> Acesso em: 07/05/2007.

OKUNO, Emico. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo : Harbra, 1988.

OLIVEIRA, Mércia Liane and KHOURY, Helen. Influência do procedimento radiográfico na dose de entrada na pele de pacientes em raios-X pediátricos. **Radiol Bras**, Mar./Apr. 2003, vol.36, no.2, p.105-109. ISSN 0100-3984.

OLIVEIRA, M. L. ; KHOURY, H. ; DREXLER, G. ; BARROS, E. . Avaliação de dose de entrada na pele ao paciente pediátrico em exames de tórax. In: V Regional Congress on Radiological Protection and Safety, 2001, Recife. **Proceedings of V Regional Congress on Radiological Protection and Safety**, 2001.

SCHNEIDER, K., *et al.* Results of a dosimetry study in the European community on frequent x-ray examinations in infants. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 43, n. 1-4, p. 31-36, 1992.

SCHNEIDER, K., KOHN, M. M., ERNST, G. The derivation of reference dose values to chest x rays in paediatric radiography. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 80, n. 1-3, p. 199-202, 1998.

SELIGER, Howard H. Wilhelm Conrad Röntgen and the Glimmer of Light. **Physics Today**, vol. 48 n 11 25,31.1995.

VEIT, R., ZANKL, M. Influence of patient size on organ doses in diagnostic radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 43, n. 1-4, p. 241-243, 1992.

WALL, B. F. Radiation protection dosimetry for diagnostic radiology patients. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 109, n. 4, p. 409-419, 2004.

WALL, B. F., SHRIMPTON, P. C. The historical development of reference doses in diagnostic radiology. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 80, n. 1-3, p. 15-20, 1998.

WOLBARST, Anthony B. **Physics of radiology**. Norwalk, Conn.: Appleton & Lange, 1993.

YAKOUMAKIS, E. N., *et al.* Radiation doses in common x-ray examinations carried out in two dedicated paediatric hospitals. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 124, n.4, 2007.

ANEXO 1

CARTA DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM SERES HUMANOS



Curitiba, 15 de agosto de 2007.

Ilmo (a) Sr. (a)
João Gilberto Tilly Júnior
Ana Luiza da Rosa de Oliveira
Lorena Elaine Porto
Nesta

Prezado Pesquisador:

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "AVALIAÇÃO DE DOSE DE ENTRADA NA PELE EM PACIENTES ATRAVÉS DE MEDIDAS DOSIMÉTRICAS.", foi analisado e aprovado com pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, em reunião realizada no dia 31 de julho de 2007. O referido projeto atende aos aspectos das Resoluções CNS 196/96, e demais, sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Ministério da Saúde.

CAAE: 1506.171/2007-07
REGISTRO CEP/HC: 0188.0.208.000-07

Conforme a Resolução 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

Data para entrega do primeiro relatório: 15 de abril de 2008.

Atenciosamente,

Renato Tambara Filho

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Hospital de Clínicas/UFPR

ANEXO 2

FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Avaliação de Dose de Entrada na Pele em pacientes através de medidas dosimétricas

Investigador: João Tilly Jr. ; Ana Luiza da Rosa de Oliveira; Lorena Elaine Porto

Local da Pesquisa: Hospital de Clínicas

Endereço e telefone: Rua. General Carneiro, . (41) 3360-1896

PROPÓSITO DA INFORMAÇÃO AO PACIENTE E DOCUMENTO DE CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, coordenada por um profissional de saúde agora denominado pesquisador. Para poder participar, é necessário que você leia este documento com atenção. Ele pode conter palavras que você não entende. Por favor peça aos responsáveis pelo estudo para explicar qualquer palavra ou procedimento que você não entenda claramente.

O propósito deste documento é dar a você as informações sobre a pesquisa e, se assinado, dará a sua permissão para participar no estudo. O documento descreve o objetivo, procedimentos, benefícios e eventuais riscos ou desconfortos caso queira participar. Você só deve participar do estudo se você quiser. Você pode se recusar a participar ou se retirar deste estudo a qualquer momento.

INTRODUÇÃO

O uso da radiação X para exames médicos sempre foi notado na população e gera curiosidades sobre como esta é utilizada, esta pesquisa visa demonstrar as doses utilizadas em raios X, e como pode-se melhorar estes níveis sem prejudicar o diagnóstico.

PROPÓSITO DO ESTUDO

Verificar a dose de entrada na pele do paciente – DEP – (quantidade de raios X que o paciente recebe ao fazer um exame radiológico).

SELEÇÃO

4 Pacientes pediátricos de ambos os sexos na idade de 0 a 16 anos.

PROCEDIMENTOS

Para avaliar a quantidade de radiação X que incide na criança ao realizar um exame de raios X convencional, será utilizado um dosímetro que fará esta medida (semelhante a um pequeno pedaço de esparadrapo), este dosímetro será colocado na pele da criança apenas durante o exame sem causar nenhuma alteração no procedimento normal. Dados como sexo, peso, altura, idade serão perguntados e anotados pelo pesquisador em atividade.

Os dados obtidos serão analisados com o auxílio de computadores para verificadas se as técnicas empregadas para os raios X estão dentro do esperado, tendo o objetivo de fazer melhorias no exame sem prejudicar a qualidade da imagem bem como o diagnóstico.

Este procedimento não irá alterar a rotina do exame ao qual você será submetido, apenas servirá como base para que melhorias no diagnóstico e nos procedimentos sejam estudadas e se possível efetuadas.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:

Sua decisão em participar deste estudo é voluntária. Você pode decidir não participar no estudo. Uma vez que você decidiu participar do estudo, você pode retirar seu consentimento e participação a qualquer momento. Se você decidir não continuar no estudo e retirar sua participação, você não será punido ou perderá qualquer benefício ao qual você tem direito.

PERMISSÃO PARA REVISÃO DE REGISTROS, CONFIDENCIALIDADE E ACESSO AOS REGISTROS:

O Investigador responsável pelo estudo e equipe irão coletar informações sobre você. Em todos esses registros um código substituirá seu nome. Todos os dados coletados serão mantidos de forma confidencial. Os dados coletados serão usados para a avaliação do estudo, membros das Autoridades de Saúde ou do Comitê de Ética, podem revisar os dados fornecidos. Os dados também podem ser usados em publicações científicas sobre o assunto pesquisado. Porém, sua identidade não será revelada em qualquer circunstância.

Você tem direito de acesso aos seus dados. Você pode discutir esta questão mais adiante com seu médico do estudo.

CONTATO PARA PERGUNTAS

Se você ou seus parentes tiver (em) alguma dúvida com relação ao estudo, direitos do paciente, ou no caso de danos relacionados ao estudo, você deve contatar o Investigador do estudo ou sua equipe (nome/telefone/celular). Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como um paciente de pesquisa, você pode contatar Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone: 360-1896. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para o mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO DO PACIENTE:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que eu posso interromper minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito

Eu entendi a informação apresentada neste termo de consentimento. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento de Consentimento Informado.

_____ NOME DO PACIENTE	_____ ASSINATURA	_____ DATA
_____ NOME DO RESPONSÁVEL (Se menor ou incapacitado)	_____ ASSINATURA	_____ DATA
_____ NOME DO INVESTIGADOR (Pessoa que tomou o TCLE)	_____ ASSINATURA	_____ DATA