

GILBERTO SEBASTIÃO ZUNTA  
VICENTE HENRIQUE MACHADO LEITE

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM RELAÇÃO À  
PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM UM HOSPITAL PÚBLICO

São Paulo  
2009

GILBERTO SEBASTIÃO ZUNTA  
VICENTE HENRIQUE MACHADO LEITE

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM RELAÇÃO À  
PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM UM HOSPITAL PÚBLICO

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Especialista em Engenharia

São Paulo  
2009

## RESUMO

O emprego da radiação ionizante no diagnóstico por imagem foi descoberto, em 1895, e é considerado um dos grandes avanços da Medicina. Tais descobertas, comemoradas há mais de 100 anos, apesar de seus importantes aspectos positivos pode causar efeitos danosos ao homem. O objetivo deste estudo foi: identificar e apresentar qual a realidade da Instituição quanto ao cumprimento das normas no âmbito da proteção radiológica e compará-las com a legislação vigente. Trata-se de um estudo descritivo, com revisão da literatura com abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada no setor de radiologia de diagnóstico de um hospital geral público, de grande porte da cidade de São Paulo. A coleta de dados foi feita pela aplicação de um questionário com questões fechadas e abertas. Os colaboradores foram em número de 23 e responderam às questões, após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Resultados após a análise das respostas dos questionários, constatou-se um grande desconhecimento da legislação vigente, tanto por parte dos colaboradores como da própria Instituição o que contribui para a adoção de práticas inadequadas, acidentes de trabalho e doenças profissionais.

**Palavras-chave:** Proteção radiológica; legislação; colaboradores e Instituições.

## ABSTRACT

The use of the ionizing radiation in the diagnosis by image was discovered, in 1895, and is considered one of the great advances in Medicine. Such discoveries celebrated 100 years ago, although very important, have positive aspects that can cause negative effects on the human being. The purpose of this study was: to identify and present what the reality of the Institution is as for the accomplishment of the ongoing norms when it comes to radiologic protection and compare them with the ongoing legislation. Methodology: It is a descriptive study, with literature review using a quantitative approach. The research was done in the diagnosis radiology sector of a big public hospital in the city of São Paulo. The data collection was done by the application of a questionnaire with open and closed questions. The collaborators were 23 and answered the questions, after signing a free and enlightened consent term. Results after the analysis of the answers from the questionnaires, it was noticed a great ignorance about the ongoing legislation for both the collaborators and the Institution and that contributes to the adoption of inadequate practices, work accidents and professional diseases.

**Key words:** Radiologic protection; legislation; collaborators and Institution.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

### FIGURAS

Figura 1 - Geração dos raios X - São Paulo 2008 (adaptado). ....	17
Figura 2 - Esquema de um detector por ionização. ....	28

## FOTOS

### APÊNDICE C

- Foto 1 – Visualização de um Equipamento de Raio X Convencional.
- Foto 2 – Visualização de um Equipamento de Raio X Panorâmico.
- Foto 3 – Visualização de um painel de comando de um aparelho de Raio X.
- Foto 4 – Visualização das Portas das salas de Raio X, observa-se a sinalização de Radiação nas portas bem como a indicação de raios X com dispositivo luminoso acima das portas.
- Foto 5 – Visualização do avental de chumbo em seu suporte dentro da sala de exame.
- Foto 6 – Visualização do visor da sala de comando com o vidro plumbífero trincado.
- Foto 7 - Visualização de uma sala de comando.
- Foto 8 – Visualização geral de uma sala de exame.
- Foto 9 – Visualização do local da guarda dos dosímetros.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites primários de doses equivalentes. ....	22
Tabela 2 – Fatores de ponderação para a radiosensibilidade dos órgãos ou tecidos.....	26
Tabela 3 – Distribuição dos colaboradores por idade. ....	46
Tabela 4 – Distribuição do sexo dos colaboradores. ....	46
Tabela 5 – Distribuição quanto ao grau de formação do profissional. ....	46
Tabela 6 – Distribuição em relação ao tempo de formação na área de radiologia. ....	47
Tabela 7 – Distribuição quanto ao tempo que trabalha com radiação ionizante. ...	47
Tabela 8 – Distribuição em relação ao vínculo com a Instituição. ....	47
Tabela 9 – Distribuição quanto ao tempo em que trabalha na Instituição. ....	48
Tabela 10 – Distribuição quanto à carga horária na Instituição. ....	48
Tabela 11 – Distribuição do cumprimento da carga horária de trabalho. ....	48
Tabela 12 – Distribuição em função da quantidade de lugares no qual trabalha com radiação ionizante. ....	49
Tabela 13 – Distribuição em função do uso do dosímetro durante o período de trabalho. ....	49
Tabela 14 – Distribuição quanto ao conhecimento do resultado do seu dosímetro. ....	49
Tabela 15 – Distribuição em relação a confiabilidade dos resultados do dosímetro individual. ....	50
Tabela 16 – Distribuição quanto aos EPI's oferecidos pela Instituição para a realização da atividade. ....	50
Tabela 17 – Distribuição quanto ao uso dos EPI's para um exercício seguro no trabalho. ....	51
Tabela 18 – Distribuição do local de uso do dosímetro quanto da utilização do avental. ....	51
Tabela 19 – Distribuição quanto ao conhecimento da Portaria nº 453/98. ....	52
Tabela 20 – Distribuição quanto à disponibilização da Portaria nº453/98 pela Instituição. ....	52
Tabela 21 – Distribuição quanto à realização de treinamento em Radioproteção oferecido pela Instituição. ....	52

Tabela 22 – Distribuição quanto a treinamento operacional em equipamentos oferecido pela Instituição. ....	53
Tabela 23 – Distribuição quanto à solicitação de exames médicos pela Instituição. ....	53
Tabela 24 – Distribuição quanto a percepção de segurança em relação ao ambiente de trabalho. ....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABFM	Associação Brasileira de Física Médica
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CA	Certificado de Aprovação
CBR	Colégio Brasileiro de Radiologia
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CRTR	Conselho Regional Técnico Radiologia
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
LAMA	Limites de dose Anuais Máximos Admissíveis
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPR	Programa Proteção Radiológica
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
TLD	Dosímetro Termoluminescente
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UTI	Unidade de Terapia Intensiva



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO. ....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS. ....	14
1.2 JUSTIFICATIVAS. ....	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA. ....</b>	<b>15</b>
2.1 HISTÓRIA. ....	15
2.2 GERAÇÃO DO RAIOS X. ....	17
2.3 EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES. ....	18
2.3.1 Mecanismo de ação das radiações ionizantes. ....	18
2.3.2 Classificação dos efeitos biológicos das radiações ionizantes. ....	19
2.3.2.1 Efeitos Estocásticos. ....	19
2.3.2.2 Efeitos Determinísticos. ....	20
2.3.2.3 Efeitos Somáticos. ....	20
2.3.2.4 Efeitos Genéticos. ....	20
2.3.2.5 Efeitos Imediatos. ....	21
2.3.2.6 Efeitos Tardios. ....	21
2.4 INTRODUÇÃO A RADIOPROTEÇÃO. ....	21
2.4.1 Princípios de Proteção Radiológica. ....	21
2.4.1.1 Justificação. ....	21
2.4.1.2 Limites de dose. ....	22
2.4.1.3 Otimização. ....	23
2.5 UNIDADES E GRANDEZAS. ....	24
2.5.1 Exposição ( X ). ....	24
2.5.2 Dose absorvida ( D ). ....	24
2.5.3 Dose equivalente ( H <sub>T</sub> ). ....	25
2.5.4 Dose efetiva ( E ). ....	25
2.6 DETECTORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE. ....	27
2.6.1 Detectores por ionização. ....	27
2.6.2 Dosímetros. ....	28
2.6.2.1 Dosímetro fotográfico. ....	29
2.6.2.2 Dosímetro termoluminescente (TLD). ....	29

2.7 CALIBRAÇÃO DE DETECTORES. ....	30
2.8 FORMAS DE RADIOPROTEÇÃO. ....	30
2.8.1 Distância da Fonte. ....	30
2.8.2 Blindagem. ....	30
2.8.2.1 Blindagem individual. ....	30
2.8.2.2 Blindagem das áreas. ....	31
2.8.3 Tempo de exposição. ....	31
2.9 MONITORAÇÃO. ....	32
2.9.1 Monitoração individual. ....	33
2.9.2 Monitoração de área. ....	33
2.9.2.1 Classificação das áreas de trabalho. ....	34
2.10 NORMAS NACIONAIS DE RADIOPROTEÇÃO. ....	34
2.10.1 NR-15 Atividade e operações insalubres. ....	34
2.10.2 NR 16 Atividades e operações perigosas . ....	35
2.10.3 NR-32 Segurança e Saúde no trabalho em serviços de saúde. ....	35
2.10.4 NR-9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. ....	36
2.10.5 NR-7 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. ...	36
2.10.6 NR-6 Equipamento de proteção individual – EPI. ....	37
2.10.7 Diretrizes Básicas de Radioproteção - CNEN-NE 3.01. ....	37
2.10.8 Portaria Federal 453/98.....	38
2.10.8.1 Requisitos operacionais. ....	38
2.10.8.2 Requisitos das instalações. ....	39
2.10.8.3 Requisito qualificação profissional. ....	40
2.10.8.4 Treinamento. ....	40
2.10.8.5 Controle das áreas de serviço. ....	41
2.10.9 Resolução SS-625 – 14/12/94. ....	41
2.10.10 Lei 7394/85. ....	41
2.10.11 Lei 848/98. ....	42
2.10.12 Convenção Nº 115 - OIT- Proteção contra as radiações ionizantes. ....	42
<b>3 METODOLOGIA. ....</b>	<b>44</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA. ....	44
3.2 LOCAL DE ESTUDO. ....	44
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA. ....	44

3.4 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS. ....	44
3.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	45
3.6 TRATAMENTOS DOS DADOS. ....	45
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
LISTA DE REFERÊNCIAS	
APÊNDICE A – Termo de Consentimento livre e esclarecido	
APÊNDICE B – Questionário para os colaboradores	
APÊNDICE C – Fotos	

## 1 INTRODUÇÃO

Dimenstein;Hornos (2008) afirmam que a utilização de radiação ionizante no diagnóstico por imagem, descoberta pelo físico Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, é considerada um dos grandes avanços da Medicina. Esta descoberta, comemorada há mais de 100 anos, apesar de seus importantes aspectos positivos pode causar efeitos danosos ao homem (GOMES, 2002).

Segundo Gomes (2002), estudos a respeito da aplicação e os efeitos das radiações usadas na Medicina têm ocorrido desde o início do século XX. Desta preocupação, em 1928, foi estabelecida uma comissão de peritos em proteção radiológica para sugerir limites de dose e outros procedimentos de trabalho seguro com radiações ionizantes (IPEN, 2002).

Assim, nasceu o Comitê Internacional de Raios X e Radioproteção, por recomendação do Segundo Congresso Internacional de Radiologia. Em 1950, esse Comitê transformou-se na atual Comissão Internacional de Proteção Radiológica (International Commission on Radiological Protection – ICRP) (GOMES, 2002). No Brasil, o uso da radiação ionizante e dos materiais radioativos e nucleares são regulamentados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (IPEN, 2002).

Em 1998, visando a garantir a segurança de pacientes e técnicos e a qualidade dos exames de raios X, o Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 453 estabeleceu diretrizes específicas, relacionadas aos aspectos de biossegurança e saúde ocupacional (BRASIL, 1998). O controle médico periódico dos técnicos em radiologia, preconizado pela NR 7 (Norma Regulamentadora) e enfatizado nesta portaria, tem o objetivo de buscar, diagnosticar e tratar possíveis riscos ocupacionais precocemente. (POLETTTO ,VILAGRA,ESTEVEES et all , 2007).

Para os autores citados, a estrutura física também tem sido um dos aspectos discutidos em relação à biossegurança. Pela Resolução nº 50, o Ministério da Saúde, estabeleceu normas para a elaboração e aprovação dos projetos

arquitetônicos dos estabelecimentos assistenciais de saúde. Esta resolução aborda aspectos dimensionais de espaço físico dos serviços de radiologia diagnóstica e vem complementar a Portaria Federal nº 453, que descreve as normas relacionadas à blindagem adequada desses ambientes, impedindo a exposição indevida às radiações ionizantes. Outro aspecto diz respeito à proteção radiológica tratada, também, na Portaria Federal nº 453 que é a monitoração individual da dose que, de acordo com a Portaria, é de uso obrigatório durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer na área controlada (BRASIL, 1998). A leitura das doses individuais deve ser feita mensalmente e registrada para acompanhamento dos riscos de radiação ionizante existente no ambiente de trabalho, fato salientado pela Agência Internacional de Energia Atômica (PEIXOTO, 1997).

## **1.1 OBJETIVO**

Este estudo tem por objetivo identificar e apresentar a realidade em um Hospital público quanto ao cumprimento das normas de segurança no âmbito da Proteção radiológica.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A condição de trabalho com radiação ionizante na área médica no quesito radioproteção, no âmbito ocupacional, alcançou grandes avanços normativos desde sua descoberta pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen. Apesar disso autores como Gomes (2002) afirmam em estudo à alta frequência de adoção de práticas inadequadas, acidentes de trabalho e doenças profissionais, causadas pela falta de conhecimento das normas de radioproteção nos serviços de radiologia.

Partindo deste pressuposto, propôs-se uma avaliação das condições de trabalho em relação aos quesitos da legislação vigente à referida Proteção Radiológica em um setor de radiologia diagnóstica de um hospital público, de grande porte, localizado na região sul da cidade de São Paulo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 HISTÓRIA

A radiografia foi inaugurada praticamente com a descoberta dos raios X, realizada por Wilhelm Conrad Röntgen em novembro de 1895. A primeira radiografia foi feita ainda em seu laboratório quando expôs aos raios X a mão de sua mulher, apoiada sobre uma chapa fotográfica, por 15 minutos (SOARES, 2008). Na área médica, a aplicação dos raios X foi rápida, pois, já em 1896 foi instalada a primeira unidade de radiografia diagnóstica nos Estados Unidos da América (IPEN, 2002).

Nesse período, ainda se desconheciam os danos biológicos das radiações ionizantes, mas não demorariam muito para mais essa descoberta. Ao final de 1896, 23 casos de danos severos causados por raios X haviam sido registrados em revistas científicas. Mesmo assim, o entusiasmo pela nova tecnologia fez com que muitos atribuíssem os danos a outras causas (eletricidade, ozônio, equipamento defeituoso) que não aos próprios raios X.

Desse modo, o físico americano, Elihu Thompson, propôs-se a investigar o assunto, tomando a si mesmo como cobaia, colocou a extremidade do dedo mindinho esquerdo a uma distância de, aproximadamente, 4 cm de um tubo de raios X por meia hora, mas não observou efeitos imediatos. Após uma semana, constatou que o dedo tornou-se avermelhado, extremamente sensível, inchado, rígido e dolorido. Assim, Thompson concluiu que, evidentemente, existe um ponto além do qual a exposição não pode continuar sem causar sérios problemas. Passadas mais algumas semanas, em carta a um colega, descreveu um agravamento em sua condição:

Eu não me proponho a repetir o experimento, pois toda a epiderme desprendeu-se da parte posterior e das laterais do dedo, enquanto o tecido, mesmo debaixo da unha, encontra-se embranquecido e, provavelmente, morto, pronto para cair. O ferimento é muito peculiar, e eu nunca vi algo parecido. Ele continuou a se desenvolver e espalhar sobre a superfície exposta por três semanas e não tenho certeza de que a doença atingiu seu limite (CED, 2008).

A ampla divulgação do experimento de Thompson levou muitos radiologistas a se preocuparem de forma mais efetiva com a proteção, tanto de si próprio como de seus pacientes. As primeiras medidas nesse sentido passaram a ser tomadas, tais como a utilização de escudos de chumbo e o uso de filtros e diafragmas para limitar a intensidade e a área atingida pelo feixe. Em 1902, foi observado o primeiro caso de câncer radioinduzido na pele de um fabricante de tubos de raios X. Nos anos seguintes, muitas descrições semelhantes foram relatadas na literatura médica, de modo que, em 1922, cerca de 100 médicos radiologistas eram considerados falecidos em consequência de ficarem expostos a elevadas doses de radiação (CED, 2008).

Estes fatos despertaram a atenção da comunidade científica e fizeram com que fosse criado um novo ramo da ciência, a proteção radiológica, com a finalidade de proteger os indivíduos, regulamentando e limitando o uso das radiações em condições aceitáveis.

Em 1928, foi estabelecida uma comissão de peritos em proteção radiológica para sugerir limites de dose e outros procedimentos de trabalho seguro com radiações ionizantes. Esta comissão, a ICRP – International Commission on Radiological Protection -, ainda continua como um órgão científico que elabora recomendações sobre a utilização segura de materiais radioativos e de radiações ionizantes. Posteriormente, outros grupos foram criados, com o objetivo de aprofundar os estudos nesse campo. Como exemplos, existe o UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation -criado em Assembléia Geral da ONU, em 1955, e a IAEA - International Atomic Energy Agency -, fundada em 1957, como órgão oficial da ONU, com sede em Viena.

A IAEA promove a utilização pacífica da energia nuclear pelos países membros e tem publicado padrões de segurança e normas para o manuseio seguro de materiais radioativos, transporte e monitoração ambiental. No Brasil, o emprego das radiações ionizantes e dos materiais radioativos e nucleares é regulamentado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (IPEN, 2002).



## 2.2 GERAÇÃO DO RAIOS X

Embora existam outras fontes de radiação ionizante, neste trabalho apenas foi apresentado o Raio X, por ser seu foco de atenção.

Os raios X são ondas eletromagnéticas de alta frequência e pequeno comprimento de onda, podem ter origem na eletrosfera (raios X característicos) ou por meio do freamento de elétrons (raios X artificiais). Todos os equipamentos utilizados para fins médicos e industriais produzem raios X artificiais.

Os raios X artificiais são gerados a partir da colisão de um feixe de elétrons contra um alvo metálico. Quando esses elétrons chocam-se contra o alvo, sofrem um processo de desaceleração e liberam sua energia na forma de calor e raios X, esse fenômeno é conhecido por Bremsstrahlung. Como se pode observar na figura 1 (IPEN, 2002).

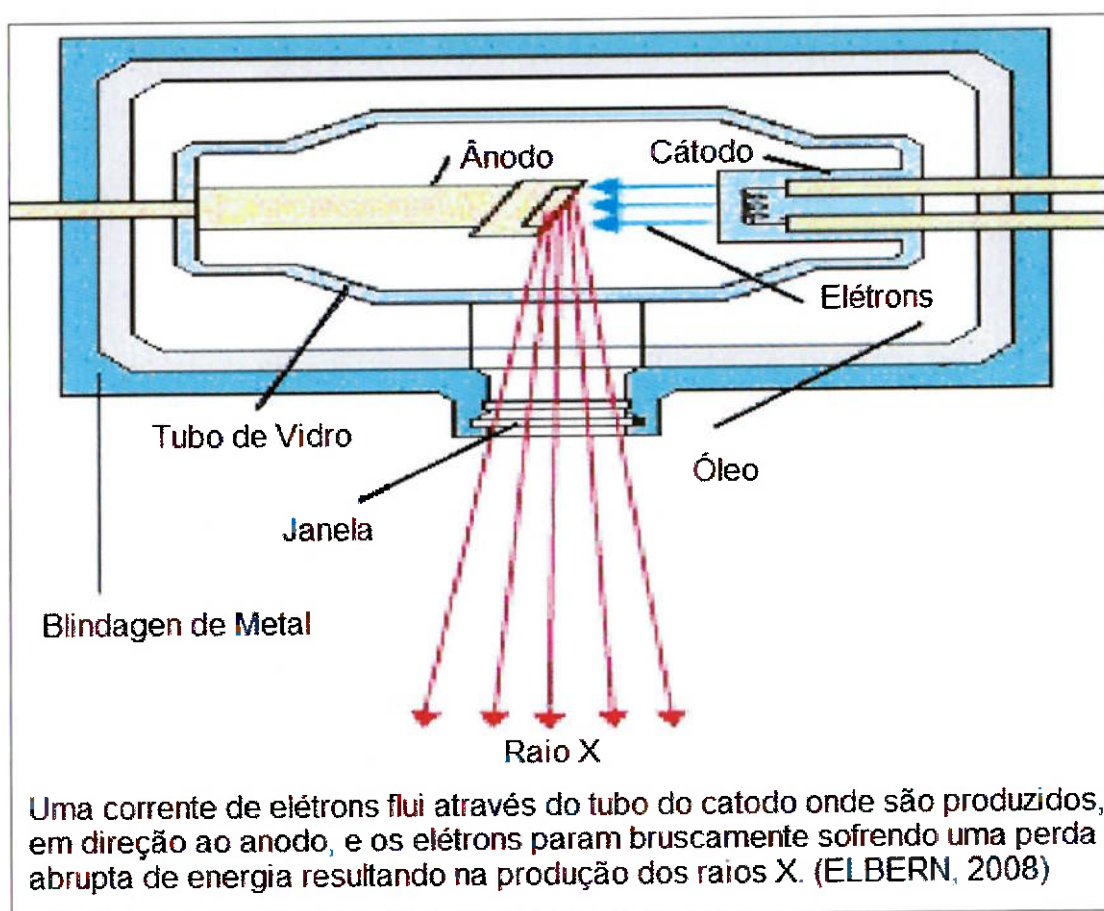


Figura 1 - Geração dos raios X. São Paulo 2008 (adaptado)

Fonte: Elbern (2008)

As máquinas geradoras de radiação X artificial são equipamentos elétricos de alta tensão que podem ser desligadas, deixando de produzir os raios X. Esta característica distingue os raios X das fontes radioativas, como por exemplo, as fontes emissoras de radiação gama que emitem radiação espontânea e constantemente (IPEN, 2002).

## **2.3 EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

O organismo humano é uma estrutura complexa cuja menor unidade com funções próprias é a célula, constituída de moléculas e estas, por sua vez, de átomos. As células são compostas por vários tipos de moléculas como: aminoácidos, proteínas, água e eletrólitos, como o potássio, cloro, sódio, cálcio, magnésio e fosfatos.

As células do organismo humano podem ser divididas em dois grandes grupos: células somáticas e germinativas. As células somáticas compõem a maior parte do organismo, sendo responsáveis pela formação da estrutura corpórea (ossos, músculos). As germinativas estão presentes nas gônadas (ovários e testículos) e dividem-se produzindo os gametas (óvulos e espermatozóides) necessários na reprodução. Estas células são importantes, pois são as responsáveis pela transmissão das características hereditárias do indivíduo. (IPEN, 2002)

### **2.3.1 Mecanismo de ação das radiações ionizantes**

Os efeitos biológicos produzidos pela ação das radiações ionizantes no organismo humano são resultantes da interação dessas radiações com os átomos e as moléculas do corpo.

Nessa interação, o primeiro fenômeno que ocorre é físico e consiste na ionização e excitação dos átomos, resultante da troca de energia entre a radiação e a matéria. Seguindo-se a este, verifica-se o fenômeno químico que consiste na ruptura de ligações químicas nas moléculas. A seguir, aparecem os fenômenos bioquímicos e fisiológicos. Após um intervalo de tempo variável, aparecem as lesões observáveis, que podem ser no nível celular ou no nível do organismo, como um todo. Na maioria das vezes, graças à recuperação do organismo, os efeitos não chegam a tornar-se visíveis ou detectáveis.

Um dos processos mais importantes de interação da radiação no organismo humano é com as moléculas de água. Esta importância é consequência da quantidade de água presente no organismo humano (quase 70 % do corpo humano).

Quando a radiação interage com as moléculas de água do organismo humano, estas quebram-se formando uma série de produtos danosos ao organismo, como os radicais livres e a água oxigenada. O processo é chamado de radiólise da água (IPEN, 2002).

### **2.3.2 Classificação dos efeitos biológicos das radiações ionizantes**

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes são classificados:

- Segundo a Dose Absorvida: estocásticos ou determinísticos;
- Segundo o Tempo de Manifestação: imediatos ou tardios; e
- Segundo o Nível de dano: somáticos ou genéticos (BIOSSEGURANÇA, 2008).

#### **2.3.2.1 Efeitos Estocásticos**

Os efeitos estocásticos são aqueles nos quais a probabilidade de ocorrência é função da dose, não apresentam dose limiar (IPEN, 2002). Para baixas taxas de exposição, com valores de doses inferiores a 0,5 Gy, os efeitos deletérios das radiações são estocásticos, nos quais não existe um limiar de dose. Os efeitos estocásticos como a carcinogênese e danos genéticos são os mais importantes. Ainda que a acentuação da indução do efeito estocástico pela radiação seja independente da dose, a probabilidade de ocorrência é aumentada com a dose de radiação. Estas doses de radiação só afetam a probabilidade de ocorrência do efeito estocástico, ou seja, com o aumento da dose, a chance de ocorrer o efeito também aumenta.

Para minimizar, a probabilidade de ocorrência dos efeitos estocásticos, a proteção radiológica deve ser empregada de tal forma que a dose de radiação seja a mais baixa possível. A indução ao câncer pela radiação verificada em um indivíduo exposto é chamada de efeito somático. Os tecidos mais susceptíveis à indução à

malignidade são: a medula óssea, a mucosa do trato gastrointestinal, o tecido mamário, as gônadas e os tecidos linfáticos.

Geralmente, os riscos de câncer são maiores para crianças que aos adultos, e a radiação pode induzir a tumores, tanto benignos como malignos. O tempo de latência para a indução ao câncer, que pode surgir em poucos anos, é maior para tumores sólidos que para leucemia. A indução ao câncer de tiróide pela radiação é mais frequente para mulheres e crianças que para homens (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

### **2.3.2.2 Efeitos Determinísticos**

Nos efeitos determinísticos, a gravidade aumenta com o aumento da dose, nestes existe um limiar de dose (IPEN, 2002). Para doses superiores a 0,5 Gy o efeito da radiação é chamado determinístico ou, mais comumente, não estocástico. Este tipo de efeito, geralmente, resulta na morte celular. Os efeitos determinísticos são caracterizados por um limiar de dose, abaixo do qual não ocorre o efeito. Os exemplos de efeitos determinísticos incluem eritema, indução a catarata, epilação e indução a infertilidade. O período entre a exposição e o tempo de aparecimento do efeito é chamado pela radiobiologia de tempo de latência (DIMENSTEIN; HORNOS 2008).

### **2.3.2.3 Efeitos Somáticos**

Estes efeitos ocorrem no próprio indivíduo irradiado. Podem ser divididos em efeitos imediatos e tardios (BIOSSEGURANÇA, 2008).

### **2.3.2.4 Efeitos Genéticos**

Nos efeitos genéticos, os danos são provocados nas células que participam do processo reprodutivo de indivíduos que foram expostos à radiação, podem resultar em defeitos ou mal-formações em indivíduos de sua descendência (BIOSSEGURANÇA, 2008).

### **2.3.2.5 Efeitos Imediatos**

Estes ocorrem em um período de horas até algumas semanas, após a irradiação. Como exemplos de efeitos agudos provocados pela ação de radiações ionizantes, podem ser citados: eritema, queda de cabelos, necrose de tecido, esterilidade temporária ou permanente, alterações no sistema sanguíneo, etc (BIOSSEGURANÇA, 2008).

### **2.3.2.6 Efeitos Tardios**

Ocorrem vários meses ou anos, após a exposição à radiação, como exemplos, destacam-se: o aparecimento de catarata, o câncer e a anemia aplástica, etc (BIOSSEGURANÇA, 2008).

## **2.4 INTRODUÇÃO À RADIOPROTEÇÃO**

### **2.4.1 Princípios de Proteção Radiológica**

A principal finalidade da proteção radiológica é proteger os indivíduos, seus descendentes e a humanidade como um todo dos efeitos danosos das radiações ionizantes, permitindo, desta forma, as atividades que fazem uso das radiações. Para atingir essa finalidade, três princípios básicos da proteção radiológica são estabelecidos: justificção, limitação de dose e otimização (IPEN, 2002).

#### **2.4.1.1 Justificção**

Como visto anteriormente, toda exposição à radiação ionizante pode levar a algum risco de dano à saúde humana, este risco aumenta com a exposição. Consequentemente, qualquer aplicação de radiação que conduza a um aumento de exposição do homem deve ser justificada, para garantir que o benefício decorrente dessa aplicação seja mais importante que o risco em razão de aumento à exposição (IPEN, 2002).

### 2.4.1.2 Limites de dose

Os limites de dose primários são os valores anuais máximos permissíveis de dose absorvida, que constam nos dados da Tabela 1 e foram estabelecidos de forma a:

- a) limitar a probabilidade de ocorrência de **efeitos estocásticos** (cânceres) em pessoas em sua descendência e na população como um todo, por meio do **Limite de Dose Efetiva (E)**;
- b) restringir os efeitos determinísticos (radiodermites, catarata, esterilidade, etc.) nos indivíduos expostos ( outros valores da tabela) (SOARES, 2008).

Tabela 1: Limites primários de doses equivalentes.

<b>Limites de Doses Anuais [a]</b>			
<b>Grandeza</b>	<b>Órgão</b>	<b>Indivíduo ocupacionalmente exposto</b>	<b>Indivíduo do público</b>
<b>Dose efetiva</b>	Corpo inteiro	20 mSv [b]	<b>1 mSv [c]</b>
<b>Dose equivalente</b>	Cristalino	150 mSv	<b>15 mSv</b>
	Pele [d]	500 mSv	<b>50 mSv</b>
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: Norma CNEN - 3.01, 2005

[a] Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.

[b] Média ponderada em 5 anos consecutivos, desde que não exceda a 50 mSv em qualquer ano.

[c] Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose efetiva média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.

[d] Valor médio em 1 cm<sup>2</sup> de área, na região mais irradiada.

Os valores de dose efetiva aplicam-se à soma das doses efetivas, causadas por exposições externas, com as doses efetivas comprometidas (integradas em 50 anos para adultos e até a idade de 70 anos para crianças), causadas por incorporações ocorridas no mesmo ano (CNEN, 2005).

Os limites de dose representam um valor máximo de dose, abaixo do qual os riscos decorrentes da exposição à radiação são considerados aceitáveis. No caso das radiações ionizantes, são estabelecidos **limites de dose anuais máximos admissíveis (LAMA)**, que são valores de dose às quais os indivíduos podem ficar expostos, sem que isto resulte em um dano à sua saúde durante toda sua vida. Para o estabelecimento dos limites máximos admissíveis para trabalhadores, foram considerados os efeitos somáticos tardios, sobretudo, o câncer. Este princípio não se aplica para limitação de dose ao paciente, mas sim para trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante e ao público, em geral. As normas de proteção reduziram os limites de dose equivalente (H) para trabalhadores. Em 5 anos, a dose acumulada não deve ultrapassar 100mSv. Permitem-se 50 mSv em apenas um ano, porém o somatório não deve ultrapassar os 100 mSv. Quando for previsto que um trabalhador recebeu uma dose efetiva superior a 100 mSv, este deverá ser submetido a uma avaliação clínica e dosimétrica, antes de sua reintegração ao trabalho (IPEN, 2002).

A Norma Regulamentadora NR 32 recomenda que trabalhadora em período gestacional seja afastada das atividades com radiação pelo médico do trabalho (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### 2.4.1.3 Otimização

Ainda que a aplicação da radiação ionizante seja justificada e que os limites da dose sejam obedecidos, é necessário otimizar os níveis de radiação, ou seja, a exposição de indivíduos a fontes de radiação deve ser mantida tão baixa como razoavelmente

exequível, filosofia ALARA (as low as reasonably achievable), considerando-se fatores sociais e econômicos (IPEN, 2002).

## **2.5 UNIDADES E GRANDEZAS**

Em radioproteção, é necessário conhecer as grandezas físicas e suas unidades de medidas. As mais importantes são: exposição (X), dose absorvida (D) e dose equivalente (H). A partir dessas grandezas físicas, é possível relacionar os valores das doses de radiação com os efeitos deletérios decorrentes das radiações ionizantes para trabalhadores e pacientes (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

### **2.5.1 Exposição (X)**

A grandeza exposição, cujo símbolo é (X), é definida somente para raios X e raios gama (SOARES, 2008). Sendo a primeira grandeza definida para fins de radioproteção. Trata-se de uma medida da habilidade ou capacidade dos raios X em produzir ionizações no ar, mede a carga elétrica total produzida por raios X em um quilograma de ar. A unidade atual da grandeza exposição é o coulomb por quilograma (C/kg). A unidade antiga é o roentgen (R) que equivale a  $2,58 \times 10^{-4}$  C/kg. Em sua maioria, os instrumentos de medida da radiação registram a taxa de exposição, que é a medida por unidade de tempo, isto é, C/(kg.h) ou C/(kg.s) (IPEN, 2002).

### **2.5.2 Dose absorvida ( D )**

Esta grandeza foi definida para suprir as limitações da grandeza exposição e possui como símbolo (D) (IPEN, 2002). Para radioproteção, a energia depositada pela radiação incidente em um tecido ou órgão é mais relevante que a quantidade de carga neles gerada, que é como a grandeza exposição (X) é definida. Isto porque a energia depositada em um tecido tem uma correlação melhor com os efeitos biológicos da radiação do que com a carga gerada.

A unidade de dose absorvida no SI, é o joule por quilograma (J/Kg) denominado Gray (Gy), e é definida como:  $1\text{Gy} = 1\text{ J/kg}$ . O Gray foi criado para substituir a unidade antiga, o rad ( radiation absorbed dose ). A relação entre estas duas



unidades é:  $1\text{Gy} = 100\text{ rad}$  (SOARES, 2008).. A medida da taxa de dose absorvida tem por definição a medida da dose absorvida por unidade de tempo, ex:  $\text{Gy/h}$  (IPEN, 2002).

### 2.5.3 Dose equivalente ( $H_T$ )

A dose equivalente ( $H_T$ ) é usada para, além de quantificar a energia depositada em um órgão ou tecido  $T$ , trazer informações a respeito do dano biológico causado por tipo de radiação. Quantidades iguais de dose absorvida e um determinado órgão ou tecido, embora causado por diferentes tipos de radiações, causam efeitos biológicos de gravidades diferentes.

A dose equivalente  $H_T$  é obtida, multiplicando-se a dose absorvida  $D$  por um fator de ponderação da radiação  $W_R$  tabelado que é, tanto maior quanto mais danosa para o organismo for o tipo de radiação. Este fator leva em conta os efeitos biológicos produzidos por um dos diferentes tipos de radiação que incidem nos tecidos biológicos. O equivalente da dose é definido como:  $H_T = D * W_R$ . Para raios X, o fator de ponderação  $W_R$  é 1 (SOARES, 2008).

No SI, a unidade de dose equivalente é, também, Joule por quilograma ( $\text{J/Kg}$ ), a exemplo da dose absorvida, mas com um nome especial, o Sievert (Sv), significando que, na apuração da dose, o tipo de radiação que a gerou, foi relevado. O Sievert foi criado para substituir a unidade antiga, o **rem** ( radiation equivalent man ), sendo:  $1\text{ Sv} = 1\text{ J/kg}$ , onde  $1\text{ Sv} = 100\text{ rem}$  (SOARES, 2008).

#### 2.5.3.1 Dose efetiva ( $E$ )

A dose efetiva ( $E$ ) é usada para, além de considerar o tipo de radiação, que é absorvida no corpo humano, considerar também a parcela de contribuição de cada órgão irradiado no detrimento total à saúde em uma **irradiação uniforme de corpo inteiro**. A dose efetiva  $E$  é obtida pelo somatório:  $E = \sum_T H_T * W_T$  (SOARES, 2008). Assim,  $W_T$  é o fator de ponderação do tecido ou órgão  $T$  irradiado e,  $H_T$  é a dose equivalente. Os valores de  $W_T$  estão associados à radiosensibilidade do órgão ou tecido irradiado. A soma de todos os  $W_T$  totaliza o valor 1 que corresponde a 100 %.

A unidade da dose efetiva, também, é o Sievert (Sv), definido como Joule/kg, porém com significado adicional. Na apuração dessa dose, a sensibilidade dos órgãos ou tecidos às radiações foi relevada na avaliação do detrimento total à saúde de um indivíduo em uma irradiação uniforme e de corpo inteiro. (SOARES, 2008)

O detrimento, conceito que é considerado importante na radioproteção, é definido como o dano total esperado, em razão do efeito estocástico em um grupo de indivíduos e seus descendentes, como resultado da exposição desse grupo à radiação ionizante. É determinado pela combinação das probabilidades condicionais de indução de câncer letal, câncer não letal, danos hereditários e redução da expectativa de vida (SOARES, 2008).

Tabela 2 – Fatores de ponderação para a radiosensibilidade dos órgãos ou tecidos.

<b>Fatores <math>W_T</math> para órgãos ou tecidos (ICRP 60)</b>	
<b>Tecido/órgão humano</b>	<b>Fatores de peso <math>W_T</math></b>
Gônadas	0,20
Medula óssea vermelha	0,12
Cólon	0,12
Pulmão	0,12
Estômago	0,12
Tireóide	0,05
Bexiga	0,05
Mama	0,05
Fígado	0,05
Esôfago	0,05
Pele	0,01
Superfície óssea	0,01
Outros órgãos ( <sup>1</sup> )	0,05
* Irradiação de Corpo Inteiro	1

Fonte: Soares, 2008.

<sup>1</sup> Glândulas supra-renais, cérebro, região extratorácica da área respiratória, intestino delgado, rins, músculos, pâncreas, baço, timo e útero.

## **2.6 DETECTORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE**

A detecção e a medida das radiações são fundamentais para a proteção radiológica tanto para obtenção de medidas precisas como avaliação do grau de risco envolvido em atividades com exposições à radiação (IPEN, 2002).

A radiação por si só não pode ser medida diretamente, portanto, a detecção é realizada pela análise dos efeitos produzidos pela radiação quando esta interage com um material. Um sistema de detecção de radiação é constituído de duas partes: um mecanismo detector e outro de medida. A interação da radiação com o sistema ocorre no detector e o sistema de medida interpreta esta interação.

De maneira que, os sistemas de detecção de radiação são chamados detectores que são utilizados em Proteção Radiológica, sendo de natureza eletrônica e indicam a intensidade da radiação em um determinado ponto e instante de tempo. Trata-se dos detectores por ionização, os detectores à cintilação e os detectores semicondutores. Existem, também, os detectores que indicam a radiação total a que uma pessoa foi exposta. Estes instrumentos são chamados dosímetros (IPEN, 2002).

### **2.6.1 Detectores por ionização**

Nos detectores por ionização, a radiação incidente cria pares de íons no volume de medida do detector que, geralmente, é preenchido com um gás ou uma mistura de gases. A quantidade de pares de íons criados é contada em um dispositivo de medida da corrente elétrica. Como exemplos desse tipo de detector, pode-se citar a câmara de ionização, o contador proporcional e o contador Geiger-Muller. A figura abaixo apresenta um esquema de um detector por ionização (IPEN, 2002).

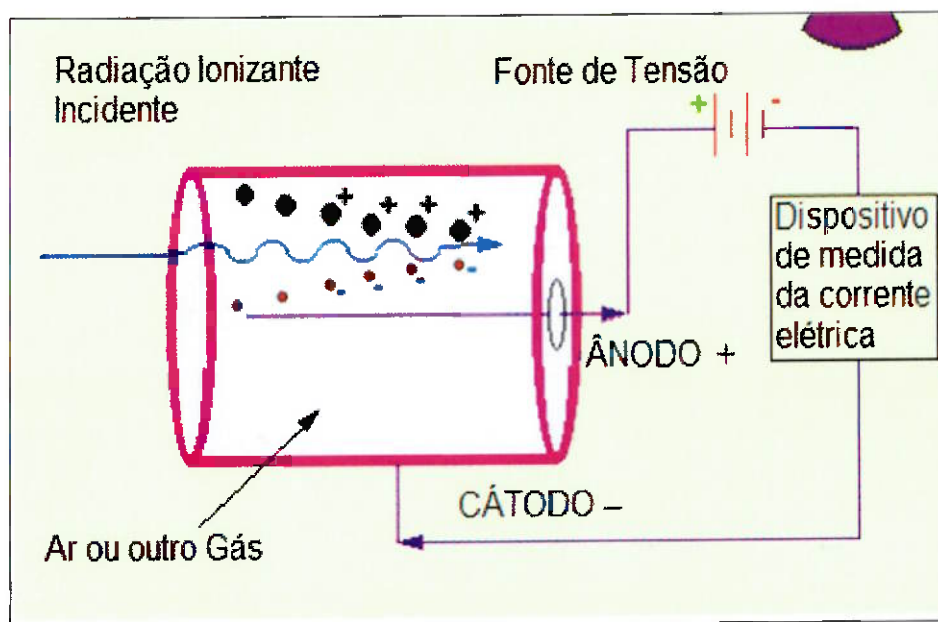


Figura 2 – Esquema de um detector por ionização.

Fonte: IPEN, 2002.

### 2.6.2 Dosímetros

A dosimetria é a avaliação quantitativa da dose de radiação recebida pelo corpo humano. Os dosímetros são instrumentos utilizados para esta avaliação, indicam a exposição ou a dose absorvida total a que uma pessoa foi submetida, sendo, também, chamados de dosímetros integradores. As principais características que um bom dosímetro deve apresentar são:

- A resposta deve ser independente da energia da radiação incidente;
- Deve cobrir um grande intervalo de dose;
- Deve medir todos os tipos de radiação ionizante e ser pequeno, leve, de fácil manuseio; e
- Confortável para uso e econômico quanto à fabricação.

Até hoje, não existe um dosímetro que preencha todos esses requisitos de forma ideal, mas, apenas parcialmente. Os principais tipos de dosímetros para radiodiagnóstico são: fotográfico e termoluminescente (TLD) (IPEN, 2002).

### **2.6.2.1 Dosímetro fotográfico**

O dosímetro fotográfico é um dos detectores de radiação mais simples que existe. Constitui-se de um filme (chapa fotográfica) acondicionado em uma embalagem de proteção, que protege a parte fotossensível contra os efeitos da luz, agentes químicos e mecânicos. Esta embalagem contém pequenos discos metálicos que funcionam como filtros e permitem a estimativa da dose e uma distinção entre os vários tipos de radiação.

Os filmes dosimétricos utilizam a propriedade das radiações ionizantes de impressionarem chapas fotográficas. Mediante a medida do grau de enegrecimento da película revelada, pode-se relacioná-la com a quantidade de radiação absorvida. Desta forma, avaliar a dose recebida pelo indivíduo. Estes filmes oferecem a vantagem de assegurar uma informação permanente (podem ser guardados), permitem que as medidas, se necessário, sejam repetidas. No entanto, podem apresentar desvantagens decorrentes das influências das condições ambientais tais como: temperatura, umidade e o desvanecimento do enegrecimento com o tempo (IPEN, 2002).

### **2.6.2.2 Dosímetro termoluminescente (TLD)**

Os dosímetros termoluminescentes são cristais quando irradiados armazenam a energia da radiação incidente. Se este dosímetro for aquecido a uma certa temperatura, após ter sido irradiado, a energia armazenada será liberada com emissão de luz, fenômeno conhecido como termoluminescência.

A quantidade de luz emitida durante o aquecimento é proporcional à dose absorvida pelo dosímetro. Os dosímetros TLD têm o formato de pastilhas e, geralmente, são utilizados em um estojo que acomoda vários filtros, com a mesma finalidade daqueles utilizados nos dosímetros fotográficos. Os TLD's apresentam pouca dependência energética e quase nenhuma dependência direcional, mas a informação armazenada só pode ser avaliada uma única vez. Estes dosímetros podem ser reutilizados, daí, sua grande vantagem. (IPEN, 2002).

## 2.7 CALIBRAÇÃO DE DETECTORES

Todos os instrumentos utilizados pela radioproteção não são instrumentos absolutos, necessitam assim de calibração, esta significa determinar sua resposta a uma exposição de radiação conhecida ou de uma dose absorvida conhecida, envolvendo sempre o uso de um instrumento de referência ou padrão. A calibração dos instrumentos deve ser efetuada em intervalos regulares ou após conserto (IPEN, 2002).

## 2.8 FORMAS DE RADIOPROTEÇÃO

A proteção radiológica dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante (raios X diagnósticos) é essencial para minimizar o surgimento dos efeitos deletérios das radiações. As formas de reduzir a possível exposição dos trabalhadores são: distância, blindagem e tempo (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

### 2.8.1 Distância da Fonte

Conforme autores citados, quanto mais distante da fonte de radiação menor será a intensidade do feixe. A intensidade de radiação ( $I$ ) é proporcional ao inverso do quadrado da distância ( $d$ ) entre o ponto e a fonte.

### 2.8.2 Blindagem

#### 2.8.2.1 Blindagem individual

Conforme relatam Dimenstein; Hornos (2008) os protetores podem ser constituídos por lâminas de chumbo ou serem flexíveis, quando confeccionados em borracha enriquecida com chumbo. A espessura dos aventais de proteção pode variar de 0,25 mm a 0,50 mm de chumbo, em função da necessidade de proteção radiológica. O chumbo ( $Pb$ ) é o elemento mais empregado como barreira de proteção em função da sua densidade ( $11.35 \text{ g/cm}^3$ ) e elevado número atômico ( $Z=82$ ).

Desse modo, os aventais de 0,50 mm equivalentes em  $Pb$  são altamente eficientes para baixas energias e permitem passar apenas 0,32% da radiação para uma faixa

de 70Kvp e 3,2% para 100 kvp. Atualmente, a legislação preconiza que o dosímetro individual seja utilizado por cima do avental de chumbo. Existem também os protetores de tireóide na forma de colar cervical e os óculos de Pb.

### **2.8.2.2 Blindagem das áreas**

As barreiras de proteção radiológica devem ser calculadas inicialmente para exposição primária do feixe de radiação, da radiação espalhada e da radiação de fuga. As salas de raios X devem ser blindadas com chumbo ( $11,35 \text{ g/cm}^3$ ) ou equivalente no mineral barita ( $3,8 \text{ g/cm}^3$ ). Pisos e tetos de concreto ( $2,2 \text{ g/cm}^3$ ) podem ser considerados blindagens, dependendo da espessura da laje, do tipo de concreto ( vazado ou não ), da distância da fonte, da geometria do feixe e do fator de ocupação das áreas acima e abaixo da sala de raios X . (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

### **2.8.3 Tempo de exposição**

A redução do tempo de exposição ao mínimo necessário para determinada técnica de exames, é a maneira mais prática de reduzir a exposição à radiação ionizante. No gerenciamento de um serviço de radiologia, o rodízio dos técnicos durante os procedimentos de radiografia em leito e UTI é uma forma de limitar a exposição desses profissionais aos raios X.

Segundo Dimenstein; Hornos (2008) é importante que sejam tomadas determinados precauções durante a realização dos exames;

- O operador deverá sempre utilizar o monitor individual acima do avental de chumbo durante sua jornada de trabalho. O valor da leitura deverá ser dividido por 10;
- Sempre fechar totalmente as portas da sala de raios X;
- Certificar-se da indicação de Raios X em funcionamento, por fora da porta de entrada da sala, para que nenhum indivíduo entre na sala inadvertidamente durante a realização do exame;

- Informar o paciente que ele deve ficar imóvel, evitando a necessidade de repetição do exame (dobro de tempo de exposição); e
- Utilizar sempre as técnicas recomendadas para cada tipo de exame, evitando a necessidade de repetição de exames (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

## 2.9 MONITORAÇÃO

As radiações ionizantes não podem ser percebidas diretamente pelos órgãos dos sentidos do corpo humano; por isso, um indivíduo pode permanecer inadvertidamente em um campo radioativo, sem notar sua presença nem perceber de imediato seus efeitos nocivos.

A proteção radiológica dispõe de vários recursos para evitar que os indivíduos recebam doses excessivas ou desnecessárias, avalia se esses recursos foram eficientes por meio da monitoração. Para que as monitorações atinjam suas finalidades, devem ser racionalmente planejadas e realizadas dentro de um programa. Desse modo, um programa de monitoração devem incluir:

- a obtenção de medidas;
- a interpretação das medidas obtidas;
- registro dos dados e;
- as providências, quando necessário, para melhorar os dispositivos de proteção.

Um programa de monitoração pode requerer um ou mais métodos, dependendo da natureza da radiação e das circunstâncias em que ela pode afetar um indivíduo. As avaliações podem ser feitas por meio das medidas tomadas no próprio indivíduo (monitoração individual) e no local onde ele trabalha (monitoração de área) (IPEN, 2002).



### 2.9.1 Monitoração individual

A dosimetria pessoal é o processo de monitoração individual externa de dose absorvida durante a jornada de trabalho por indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante (SAPRA, 2008). Nesta monitoração, dosímetros individuais são colocados em determinadas regiões do corpo e são usados continuamente pelo indivíduo, durante seu trabalho.

O dosímetro mais utilizado com esta finalidade em radiodiagnóstico é o termoluminescente (TLD) (IPEN, 2002). A dosimetria pessoal é uma medida de grande responsabilidade, pois além de permitir a determinação da dose fornece ainda uma indicação das condições de funcionamento da aparelhagem utilizada. Dose elevada pode indicar maneira incorreta de trabalho, instalação com problemas de blindagem ou aparelhagem defeituosa (PRORAD, 2008).

### 2.9.2 Monitoração de área

É utilizada para dar uma indicação dos níveis de radiação existentes em locais de trabalho. Por este método, pode-se estimar com antecedência a dose esperada nas pessoas que permanecerem nessa área por um determinado tempo, podendo-se adverti-las quando os níveis de radiação forem inadequados.

Os instrumentos utilizados na monitoração do nível de radiação são: câmaras de ionização, detectores Geiger-Muller, cintiladores, etc. Os monitores utilizados nas áreas de trabalho são, geralmente, calibrados para medir as taxas de dose (mSv/h ou mGy/h) ou as taxas de exposição (mC / (kg.h)).

Para os setores de radiodiagnóstico convencional, os equipamentos mais utilizados são as câmaras de ionização. Os monitores empregados nas áreas de trabalho, geralmente, são calibrados para medir as taxas de dose (mSv/h ou mGy/h) ou as taxas de exposição (mC / (kg.h)). Os detectores antigos possuem escala em mrad/h ou mR/h, podem ser portáteis ou fixos (IPEN, 2002).

### **2.9.2.1 Classificação das áreas de trabalho**

Toda área de trabalho deve ser classificada, conforme os níveis de dose de radiação presentes. As áreas onde os níveis de radiação não ultrapassem o limite primário para indivíduos do público (1 mSv/ano), são denominadas áreas livres que são isentas de regras especiais de segurança.

As demais são denominadas áreas restritas e são subdivididas em áreas controladas e supervisionadas. As supervisionadas são aquelas onde as doses de radiação são inferiores a 3/10 do limite primário para trabalhadores. Quando as doses puderem ultrapassar o valor de 3/10 desse limite, as áreas serão classificadas como áreas controladas. Estes locais estão sujeitos a regras especiais de segurança (IPEN, 2002).

## **2.10 NORMAS NACIONAIS DE RADIOPROTEÇÃO**

Neste tópico, procurou-se apresentar de forma estruturada e sucinta algumas recomendações tratadas neste trabalho e retiradas das principais legislações sobre o tema radiação ionizante com o foco em segurança do trabalhador.

### **2.10.1 NR-15 Atividades e operações insalubres**

As atividades insalubres ou operações insalubres desenvolvem-se acima dos limites de tolerância previstos. Entende-se por limite de tolerância para fins desta norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, em sua vida laboral. Assim, o Anexo N° 5 desta norma relata que as atividades ou operações onde trabalhadores possam ser expostos a radiações ionizantes, os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e os controles básicos para proteção do homem e de seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, são os constantes na Norma CNEN-NE- 3.01: Diretrizes Básicas de Radioproteção (ATLAS, 2008)

Ao ser comprovado o exercício de trabalho em condições de insalubridade é assegurado ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região, equivalente a:

- 40% (quarenta por cento), para insalubridade grau máximo;
- 20% (vinte por cento), para insalubridade de grau médio; e
- 10% (dez por cento), para insalubridade de mínimo.

### **2.10.2 NR 16 Atividades e operações perigosas**

O trabalhador submetido a radiações ionizantes ou a substâncias radioativas tem direito à percepção do adicional de periculosidade, assegurado nesta Norma por meio da redação dada pela Portaria nº 518/003. Assim, comprovado o exercício de trabalho em condições de periculosidade é assegurado ao trabalhador a percepção de adicional de 30% (trinta por cento), incidente sobre o salário, sem os acréscimos resultantes de gratificações, prêmios ou participação nos lucros da empresa (ATLAS, 2008).

### **2.10.3 NR-32 Segurança e Saúde no trabalho em serviços de saúde**

Esta Norma Regulamentadora (NR) tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores em estabelecimentos de assistência à saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde, em geral. Em relação ao uso de Radiações Ionizantes, devem ser considerados:

- O atendimento das exigências desta NR, com relação às radiações ionizantes não desobriga o empregador de observar as disposições estabelecidas pelas normas específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA do Ministério da Saúde;
- É obrigatório manter no local de trabalho e à disposição da inspeção do trabalho o Plano de Proteção Radiológica (PPR) aprovado pela Vigilância Sanitária;
- O PPR deverá fazer parte do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) do estabelecimento, bem como ser considerado na elaboração e implementação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO);

- O trabalhador que realize estas atividades, deverá estar capacitado de forma contínua em proteção radiológica; usar EPI's adequados; estar sob monitoração individual de dose de radiação ionizante e receber os resultados das doses referentes a exposições de rotina, acidentais e de emergências, por escrito e mediante recibo (ATLAS, 2008).

#### **2.10.4 NR-9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA**

A Norma Regulamentadora (NR) estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores, como empregados do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e, conseqüente, controle de ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. Esta NR estabelece os parâmetros mínimos e as diretrizes gerais a serem observados na execução do PPRA (ATLAS, 2008).

#### **2.10.5 NR-7 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO**

Esta Norma Regulamentadora (NR) estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores, como empregados do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto de seus trabalhadores. Esta NR estabelece os parâmetros mínimos e as diretrizes gerais a serem observados na execução do PCMSO.

Para a radiação ionizante, existem os seguintes parâmetros para monitorização da exposição ocupacional de alguns riscos à saúde: hemograma completo e contagem de plaquetas na admissão e no periódico semestral (ATLAS, 2008).

### **2.10.6 NR-6 Equipamento de proteção individual - EPI**

Nesta NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI), todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. A norma deixa claro que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, bem como orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado do mesmo. Cabe também ao empregador exigir seu uso (ATLAS, 2008).

### **2.10.7 Diretrizes Básicas de Radioproteção - CNEN-NE 3.01**

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é o órgão governamental responsável pela normatização e supervisão de atividades com radiação ionizante na área médica, industrial e de geração de energia.

De acordo com as normas da CNEN, os relatórios das doses equivalentes dos dosímetros resultantes de exposições de rotina e de exposições acidentais devem ser disponibilizados para conhecimento de cada trabalhador e do serviço médico.

A direção da instalação médica deverá manter à disposição dos órgãos fiscalizadores todos os dados radiológicos, instruções e procedimentos administrativos, técnicos e médicos relativos à radioproteção. Além dos os valores de dose de dosimetria individual por 30 anos, após o término das atividades do trabalhador.

Os trabalhadores devem estar sujeitos a controle médico, incluindo, os seguintes exames:

- Exame preocupacional, para verificar se o trabalhador está em condições normais de saúde para iniciar sua ocupação, incluindo uma análise de seu histórico médico-radiológico sobre exposições anteriores;
- Exame periódico, de acordo com a natureza da função e com a dose recebida pelo trabalhador;
- Exame especial, para trabalhadores que tenham recebido doses superiores aos limites primários estabelecidos nessa Norma ou quando o médico julgar necessário;
- Exame pós-ocupacional, imediatamente, após o término das atividades.

As doses dos trabalhadores devem ser avaliadas imediatamente após a ocorrência de exposições acidentais e de emergência. Qualquer trabalhador que, em uma única exposição, venha receber uma dose superior a 50 mSv, deve ser submetido a controle médico adequado (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### **2.10.8 Portaria Federal nº 453/98**

A Portaria nº 453/98 estabelece as condições necessárias para que as atividades operacionais que empregam técnicas radioativas e radiológicas sejam adotadas em benefício da sociedade, tendo também em conta a proteção dos trabalhadores, do público, do paciente e do meio ambiente (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

##### **2.10.8.1 Requisitos operacionais**

- **Registro**

Nenhum tipo ou modelo de equipamento de raios-x diagnóstico e, componentes (tubo, cabeçote, sistema de colimação, mesa "bucky", "bucky" mural, seriógrafo, sistema intensificador de imagem) e acessórios de proteção radiológica em radiodiagnóstico pode ser comercializado sem possuir o devido registro do Ministério da Saúde (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

- **Licenciamento**

Nenhum serviço de radiodiagnóstico pode funcionar sem estar devidamente licenciado pela autoridade sanitária local. Cujo serviço deve seguir o processo:

- a) Aprovação, sob os aspectos de proteção radiológica, do projeto básico e construção das instalações; e
- b) Emissão de alvará de funcionamento (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### **2.10.8.2 Requisitos das instalações:**

Para verificar se os níveis de radiação nas áreas adjacentes às salas de raios X estão corretos, devem ser realizados levantamento radiométricos ambientais. Sempre que um equipamento de raios X for instalado e ocorrer alteração no projeto da sala ou alteração do equipamento, novas aferições deverão ser realizadas.

Os levantamentos radiométricos e os testes de fuga de blindagem da ampola de raios X são exigidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária e devem ser realizados regularmente a cada quatro anos ou após troca. Este procedimento deverá ser executado por um físico em medicina com título de especialista emitido pela Associação Brasileira de Física Médica ( ABFM ) (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### **➤ Blindagens**

- As blindagens devem ser contínuas e sem falhas.
- A altura das blindagens das paredes pode ser limitada a 2,20m, desde que justificada. Atenção especial deve ser dada à blindagem da parede bucky mural.
- Toda a superfície de chumbo deve ser revestida com lambris ou pintada.
- A entrada da sala de Raios X deve ser identificada com símbolo de radiação e possuir luz indicativa de funcionamento de raios X.
- Não é permitida a instalação de mais de um equipamento de raios X dentro da Sala.

- Para sistemas com tensão de 120 KVp, a sala deve possuir cabine de comando fixa (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### ➤ Equipamentos

- Blindagem do cabeçote que minimize a radiação de fuga a valores abaixo de 1mGy/h a 1m;
- Filtração mínima equivalente de 2,5mm de Al para raios X;
- Diafragma regulável para localização luminosa do campo a ser irradiando; e
- Testes anuais para verificar KVp, exposição, camada semi-redutora, colimação, rendimento do tubo, linearidade de taxa de Kerma, tamanho do ponto focal e integridade de aventais de Pb.

Os testes de controle de qualidade devem ser executados por físicos em medicina com título de especialista emitido pela Associação Brasileira de Física Médica (ABFM) (DIMENSTEIN; HORNOS, 2008).

#### 2.10.8.3 Requisito qualificação profissional

A responsabilidade técnica dos serviços de radiologia médica deverá estar sob a responsabilidade técnica do médico radiologista com título de especialista em radiologia pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR). Os serviços de radiologia médica deverão ter seus equipamentos de raios X operados exclusivamente por profissional legalmente habilitado e durante a permanência do responsável pela radioproteção (BRASIL, 1998).

#### 2.10.8.4 Treinamento

Conforme cita Brasil (1998) os titulares de serviços devem implementar um programa de treinamento anual com, pelo menos, os seguintes tópicos:

- a) Procedimentos de operação dos equipamentos, uso das tabelas de exposição e procedimentos em caso de acidentes;



- b) Uso de vestimenta de proteção individual para pacientes, equipe e eventuais acompanhantes;
- c) Procedimentos para minimizar as exposições médicas e ocupacionais;
- d) Uso de dosímetros individuais; e
- e) Dispositivos legais.

#### **2.10.8.5 Controle das áreas de serviço**

Brasil (1998) define os ambientes de serviço devem ser delimitados e classificados em áreas livres ou áreas controladas. As salas onde se realizam os procedimentos radiológicos e a de comando devem ser classificadas, como áreas controladas;

Níveis que devem ser adotados:

- a) 5 mSv/ano em áreas controladas; e
- b) 0,5 mSv/ano em áreas livres.

#### **2.10.9 Resolução SS-nº 625/94**

Esta resolução aprova a Norma Técnica que dispõe sobre o uso, posse e armazenamento de fontes de radiação ionizante no âmbito do Estado de São Paulo. O disposto nesta Norma Técnica aplica-se a pessoas físicas e jurídicas, de direito privado e público, envolvidas no uso, posse e armazenamento de fontes de radiação ionizante utilizadas em serviços de saúde (SAPRA, 2008).

#### **2.10.10 Lei nº 7.394/85**

A Lei nº 7.394/85 regula o exercício da profissão de técnico em Radiologia, e dá outras providências. São condições para o exercício da profissão de Técnico em Radiologia:

- Ser portador de certificado de conclusão do ensino médio e possuir formação profissional mínima de nível Técnico em Radiologia; e

- A jornada de trabalho dos profissionais abrangidos por esta Lei será de 24 (vinte e quatro) horas semanais (CRTR, 2008).

#### **2.10.11 Lei nº 848/98**

Artigo 1.º Fica acrescentado o parágrafo único ao artigo 1.º da Lei Complementar N.º 840, de 31 de dezembro de 1997, com a seguinte redação:

"Parágrafo único – Os cargos de funções-atividade das classes de auxiliar de radiologia, Técnico de Radiologia, Auxiliar de Laboratório, Técnico de Laboratório e Auxiliar de Análises Clínicas em decorrência de determinação constante da legislação federal a elas aplicável, passam a ser exercidos em 20 (vinte) horas semanais de trabalho"

Artigo 2º. - Fica acrescentado ao artigo 7º. da Lei Complementar Nº 674, de 8 de abril de 1992, alterado pela Lei Complementar Nº 840, de 31 de dezembro de 1997, parágrafo único com a seguinte redação:

"Parágrafo único - Os cargos e funções-atividades das classes de Auxiliar de Radiologia, Técnico de Radiologia, Auxiliar de Laboratório, Técnico de Laboratório e Auxiliar de Análises Clínicas, incluídos em Jornada Básica de Trabalho, serão exercidos, em decorrência de determinação constante na legislação federal a elas aplicável, em 20 horas semanais de trabalho." (SÃO PAULO, 1998).

#### **2.10.12 Convenção Nº 115 - OIT- Proteção contra as radiações ionizantes**

A Conferência Geral da Organização Internacional do Trabalho (OIT) convocada em Genebra pelo Conselho de Administração do Departamento Internacional do Trabalho e congregada na citada cidade no dia 1º de junho de 1960 em sua 44ª reunião após ter decidido adotar diversas propostas relativas a proteção dos trabalhadores contra as radiações ionizantes.

O presente Convênio aplica-se a todas as atividades que envolvam a exposição de trabalhadores a radiações ionizantes no curso de seu trabalho. Todo Membro da Organização Internacional do Trabalho não deverá medir nenhum esforço para reduzir ao nível mais baixo possível a exposição dos trabalhadores a radiações ionizantes, e todas as partes interessadas deverão evitar toda exposição inútil. Estas

doses e quantidades máximas admissíveis deverão ser objeto de constante revisão, baseando-se nos novos conhecimentos. Deverão, também, utilizar-se de uma sinalização de perigo apropriada para indicar a existência de riscos devidos a radiações ionizantes; proporcionar aos trabalhadores toda a informação necessária a esse respeito; instruir devidamente a todos os trabalhadores diretamente ocupados em trabalhos sob radiações, antes e durante sua ocupação em tais trabalhos, das precauções que devem tomar para sua segurança e para proteção de sua saúde, assim como das razões que as motivam (CONVENÇÃO 115, 2008).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

A presente pesquisa é de cunho exploratório, descritiva comparativa, com abordagem quantitativa.

#### **3.2 LOCAL DE ESTUDO**

O estudo foi realizado no setor de radiologia de diagnóstico, de um hospital geral, público, de grande porte na cidade de São Paulo, o local foi escolhido por ser de interesse dos pesquisadores.

Em seu quadro de pessoal, conta com 15 colaboradores, sendo 1 supervisor e 14 técnicos de RX, além de contar também com o apoio de nove voluntários e três estagiários.

Esta unidade admite em média 270 pacientes por dia e realiza uma média de 9.000 exames mensais.

#### **3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população estudada foi de 27 pessoas; para conformação da amostra, foram consideradas 23, pois houve exclusão de quatro colaboradores que estavam de férias ou folga.

#### **3.4 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS**

Os dados foram coletados pelos pesquisadores, após aprovação do Termo de Consentimento Pós-Informado (Apêndice A).

A coleta de dados foi realizada pelos próprios pesquisadores no mês de dezembro de 2008. Para obtenção dos dados, foi elaborado um questionário (Apêndice B) com foco nos colaboradores que foi entregue. Após o preenchimento, foi recolhido logo na sequência. Foram obtidos 100% de retorno dos questionários aplicados.

### **3.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

Para registro das informações, foi elaborado um questionário (Apêndice B) com 22 perguntas, sendo nove abertas e 13 fechadas.

### **3.6 TRATAMENTO DOS DADOS**

Após o recolhimento dos questionários, estes foram lidos exhaustivamente a fim de analisar as variáveis.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise descritiva dos dados foi feita utilizando as variáveis qualitativas para as frequências relativa (porcentuais) e absoluta (N) das classes de cada variável qualitativa. Todos os dados tabelados abaixo foram obtidos através da aplicação de questionário em dezembro de 2008 no setor estudado.

Tabela 3: Distribuição dos colaboradores por idade.

<b>Idade em cinco categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Até 25 anos	7	30,4
Acima de 25 anos até 30 anos	6	26,1
Acima de 30 anos até 35 anos	5	21,7
Acima de 35 anos até 40 anos	2	8,7
Acima de 40 anos	3	13,1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 3, observa-se que em relação à variável idade houve predominância dos colaboradores com até 30 anos (56,5%).

Tabela 4: Distribuição do sexo dos colaboradores.

<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Feminino	10	43,5
Masculino	13	56,5
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 4, observa-se em relação à variável sexo que houve um equilíbrio entre os sexos, assim o masculino foi de (56,5%) para (43,5%) do feminino.

Tabela 5: Distribuição quanto ao grau de formação do profissional.

<b>Formação</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Técnico	20	87,0
Cursando	3	13,0
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 5, houve uma predominância considerável de técnico em radiologia (87,0%) quanto à variável formação acadêmica. Assim, há (13%) de pessoas atuando sem formação, que está em desacordo com a Portaria nº 453/98 capítulo 3 – Requisitos operacionais - item 3.36 alínea **a** que diz: “para desempenhar as atividades de técnico de raios X diagnóstico é necessário possuir formação de técnico em radiologia na área específica de radiodiagnóstico.”

Tabela 6: Distribuição em relação ao tempo de formação na área de radiologia.

<b>Tempo em três categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Até 5 anos	10	43,5
Acima de 5 até 10 anos	7	30,4
Não responderam	6	26,1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 6, houve uma predominância de profissionais com até 5 anos de formados (43,5%) contra (30,4%) dos acima de 5 anos. Percebeu-se, também, que (26,1%) optaram por não responder à questão.

Tabela 7: Distribuição quanto ao tempo que trabalha com radiação ionizante.

<b>Tempo de trabalho com radiação ionizante</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Até 5 anos	14	60,9
Acima de 6 até 10 anos	9	39,1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 7, houve uma predominância de profissionais que trabalham com radiação ionizante com até 5 anos (60,9%), sendo (39,1%) para mais de 5 anos.

Tabela 8 - Distribuição em relação ao vínculo com a Instituição.

<b>Vínculo</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Contratado	11	47,8
Voluntário	9	39,1
Estágio	3	13,1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 8, o número de colaboradores contratados corresponde a (47,8%), o que se apresenta bem próximo dos voluntários e estagiários que juntos somaram (52,2%). Esse resultado nos chamou atenção pelo

fato do setor ser dependente dos serviços destes profissionais para que possa suprir a grade de funcionários necessários para o bom andamento do setor.

Tabela 9: Distribuição quanto ao tempo em que trabalha na Instituição.

<b>Tempo de trabalho na Instituição</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Até 5 anos	16	69,6
Acima de 5 anos até 10 anos	7	30,4
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 9, houve predominância de tempo de trabalho na instituição de até 5 anos (69,6%).

Tabela 10: Distribuição quanto à carga horária na Instituição.

<b>Carga horária</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
20 horas	18	78,3
4 horas	5	21,7
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 10, houve predominância da carga horária de 20 horas semanais (78,3%). Ressalta-se também que (21,7%) são compostos por voluntários, sendo livres para fazer sua carga horária.

Tabela 11: Distribuição do cumprimento da carga horária de trabalho.

<b>Cumprimento da carga horária</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Semanal	10	43,5
Diária	8	34,8
2 vezes por semana	1	4,3
Em branco	4	17,4
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos dados da Tabela 11, verifica-se um destaque para carga horária semanal (43,5%), mas a carga horária diária, também, comporta-se de maneira importante (34,8%). Assim, a carga horária para o técnico em radiologia diagnóstica é de 20 horas para o setor público, dado pela Lei nº 848/98, e de 24 horas para o setor privado, dado pela Lei nº 7.394/85. Seu cumprimento é de livre acordo entre empregado e empregador.



Tabela 12: Distribuição em função da quantidade de lugares no qual trabalha com radiação ionizante.

<b>lugares em três categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Um	17	73,9
Dois	4	17,4
Três	2	8,7
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 12, houve uma predominância dos funcionários que trabalham em apenas um lugar com radiação ionizante (73,9%). O que de certa forma demonstra uma conscientização quanto aos riscos a que estão expostos.

Tabela 13: Distribuição em função do uso do dosímetro durante o período de trabalho.

<b>Utilização em três categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	11	47,8
Não	11	47,8
As vezes	1	4,4
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 13, houve quanto ao quesito uso do dosímetro um dado preocupante em que (52,2%) afirmaram não se utilizar do mesmo ou fazê-lo às vezes. Fato este que vai contra o que preconiza a NR 32 item 32.4.3 alínea **e** que diz: “o trabalhador que realize atividades em áreas onde existam fontes de radiações ionizantes deve estar sob monitoração individual de dose de radiação ionizante, nos casos em que a exposição seja ocupacional”. Bem como a Portaria nº 453/98 no capítulo 3 item 3.47 alínea **b** diz: “todo indivíduo que trabalha com raios X diagnósticos deve usar, durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada, dosímetro individual de leitura indireta, trocado mensalmente.”

Tabela 14: Distribuição quanto ao conhecimento do resultado do seu dosímetro.

<b>Conhecimento em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	5	21,7
Não	18	78,3
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 14, apenas (21,7%) dos colaboradores têm conhecimento do resultado de seu dosímetro. O que contradiz com o solicitado na NR 32 item 32.4.6 alínea f, que diz: “cabe ao empregador dar ciência dos resultados das doses referentes às exposições de rotina, acidentais e de emergências, por escrito e mediante recibo, a cada trabalhador e ao médico coordenador do PCMSO ou médico encarregado dos exames médicos previstos na NR-7.”

Tabela 15: Distribuição em relação a confiabilidade dos resultados do dosímetro individual.

<b>Confiabilidade nos resultado sem duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	16	69,6
Não	7	30,4
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados, dos dados da Tabela 15, a grande maioria acredita na leitura do dosímetro (69,6%), mesmo assim o fato de (30,4%) não acreditarem é preocupante.

Acreditamos que o fato da Instituição não dar conhecimento dos resultados dos laudos de leitura a cada colaborador, não exigir e certificar-se do uso correto da monitoração individual, isso gera nos colaboradores uma desconfiança quanto a confiabilidade dos resultados do mesmo.

Tabela 16: Distribuição quanto aos EPI's oferecidos pela Instituição para a realização da atividade.

<b>EPI's oferecidos em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	14	60,9
Não	9	39,1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 16, (60,9%) dos colaboradores dizem que a instituição oferece os EPI's para execução de suas atividades contra (39,1%) que disseram não ter recebido. O oferecimento do EPI é obrigação do empregador e consta na NR 6 item 3 cujo o texto diz: “a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco em perfeito estado de conservação e funcionamento.”

Constatou-se nesta questão, algo interessante embora a instituição ofereça o EPI necessário e previsto na legislação, muitos colaboradores desconhecem que este é adequado ao risco a que estão expostos.

Tabela 17: Distribuição quanto ao uso dos EPI's para um exercício seguro no trabalho.

<b>Utilização do EPI'S em três categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sempre	12	52,2
Nunca	1	4,3
As vezes	10	43,5
Total	23	100,0

Pelos resultados dos dados da Tabela 17, (52,2%) dos colaboradores utilizam sempre os EPI's, contra (47,8%) dos que não utilizam ou usam, às vezes. O que chama atenção é a porcentagem alta dos que não se preocupam com a utilização do EPI, equipamento este que possui a função de oferecer proteção de riscos suscetíveis de ameaçar sua segurança no exercício de seu ofício. Além da desobediência às NR 6 item 6.7.1 alínea **a** que diz: "cabe ao empregado quanto ao EPI, usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina" e a NR 32 item 32.4.3 alínea **d** diz: "o trabalhador que realize atividades em áreas onde existam fontes de radiações ionizantes deve usar EPI's adequados para minimização dos riscos." Bem como a Portaria nº 453/98 capítulo 3 item 3.29 alínea **e** que diz: "compete a cada membro da equipe utilizar vestimentas de proteção individual conforme os requisitos deste regulamento."

Tabela 18: Distribuição do local de uso do dosímetro quando da utilização do avental.

<b>Localização do dosímetro em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Por baixo	13	56,5
Por cima	10	43,5
Total	23	100,0

Pelos resultados dos dados da Tabela 18, quanto ao quesito onde colocar o dosímetro, observa-se que (56,5%) utilizam-no por baixo do avental contra (43,5%) que utilizam por cima. O que nos chama atenção é o desconhecimento das exigências legais. Na Portaria nº 453/98 capítulo 3 item 3.47 alínea **e** deixa claro: "durante a utilização de avental plumbífero, o dosímetro individual deve ser colocado

sobre o avental, aplicando-se um fator de correção de 1\10 para estimar a dose efetiva.”

Tabela 19: Distribuição quanto ao conhecimento da Portaria nº 453/98.

<b>Conhecimento da Portaria em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	7	30,4
Não	16	69,6
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Quanto ao quesito conhecimento da Portaria nº 453/98, observa-se nos dados da Tabela 19 que (69,6%) não a conhecem, o que de fato é assustador em função das implicações aos próprios trabalhadores.

Tabela 20: Distribuição quanto à disponibilização da Portaria nº 453/98 pela Instituição.

<b>Disponibilização da Portaria em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	0	0,0
Não	23	100,0
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 20, observa-se que a Instituição não oferece acesso à Portaria nº 453/98 como mostram os resultados. Mas que contraria totalmente o que preconiza a Portaria nº 453/98 art. 6º onde diz: “todos os serviços de radiodiagnósticos devem manter um exemplar deste regulamento nos diversos setores que empregam os raios X diagnósticos.”

Tabela 21: Distribuição quanto à realização de treinamento em Radioproteção oferecido pela Instituição.

<b>Realização de treinamento em Radio Proteção em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	1	4,3
Não	22	95,7
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Conforme os dados da Tabela 21, constatou-se que para (95,7%) dos funcionários a Instituição não oferece treinamento de proteção radiológica aos funcionários. O que vai contra a Portaria nº 453/98 que preconiza no capítulo 3 item 3.38 que diz: “os titulares devem implementar um programa de treinamento anual, integrante do programa de proteção radiológica, contemplando, pelo menos, os seguintes tópicos:”

- a) Procedimentos de operação dos equipamentos, incluindo uso de tabelas de exposição e procedimentos em caso de acidentes;
- b) Uso de vestimenta de proteção individual para pacientes, equipe e eventuais acompanhantes;
- c) Procedimentos para minimizar as exposições médicas e ocupacionais;
- d) Uso de dosímetros individuais;
- e) Processamento radiográfico; e
- f) Dispositivos legais.

Tabela 22: Distribuição quanto a treinamento operacional em equipamentos oferecido pela Instituição.

<b>Treinamento em equipamentos em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	5	21,8
Não	18	78,2
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos dados da Tabela 22, observa-se que (78,2%) dos colaboradores afirmaram não receber treinamento operacional nos equipamentos em que atuam em sua jornada de trabalho. O que vai contra a Portaria nº 453/98 que preconiza no capítulo 3 item 3.38 alínea a que diz: “os titulares devem implementar um programa de treinamento anual, integrante do programa de proteção radiológica, contemplando procedimentos de operação dos equipamentos, incluindo uso de tabelas de exposição e procedimentos em caso de acidentes.”

Tabela 23: Distribuição quanto à solicitação de exames médicos pela Instituição.

<b>Solicitação de exames médicos em duas categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	11	47,8
Não	12	52,2
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos dados da Tabela 23, observa-se que para (52,2%) dos colaboradores, a Instituição não solicita exames médicos preventivos, contradizendo a Portaria nº 453/98 capítulo 3 item 3.48 alínea a que diz: “todo indivíduo ocupacionalmente exposto deve estar submetido a um programa de controle de saúde baseado nos princípios gerais de saúde ocupacional.” E a NR 7 item 7.3.1 alínea a que diz:

“competete ao empregador garantir a elaboração e efetiva implementação do PCMSO, bem como zelar pela sua eficácia.”

Neste caso temos uma particularidade a destacar, a questão de muitos dos colaboradores sejam voluntários e estagiários, estes por não terem nenhum vínculo empregadicio com a unidade os mesmos não recebem o que de certa forma se torna preocupante.

Tabela 24: Distribuição quanto à percepção de segurança em relação ao ambiente de trabalho.

<b>Segurança no ambiente de trabalho em três categorias</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Regular	19	82,6
Bom	4	17,4
Ótimo	0	0,0
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100,0</b>

Pelos resultados dos dados da Tabela 24, observa-se que (82,6%) consideram o ambiente de trabalho regular, segundo a segurança.

## **5 CONCLUSÃO**

Por meio deste estudo, identificou-se grande desconhecimento das legislações vigentes, tanto por parte dos colaboradores como da própria Instituição, o que contribuí para adoção de práticas inadequadas, acidentes de trabalho e doenças profissionais. Constatou-se, também, a deficiência dos órgãos fiscalizadores que em razão de sua ausência provoca na instituição uma comodidade, tirando da mesma uma grande oportunidade de promover programas de capacitação continuada a seus colaboradores. Buscando, assim, de forma mais proativa, não só o atendimento legal, mas, sobretudo, o desenvolvimento de cada trabalhador envolvido nessa atividade, garantindo a excelência no serviço prestado.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 453/SVS - **Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico**. ANVISA, 1998. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/453\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/453_98.htm). Acesso em: 23/09/2008.

CNEN-NN-3.01. **Diretrizes básicas de proteção radiológicas**. Disponível em <http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=301> Acesso em 24/11/2008.

CRTR. **Conselho regional dos técnicos em radiologia**. Disponível em <http://www.crrrsp.org.br>. Acesso em: 12/12/2008.

CONVENÇÃO 115. Disponível em [http://www.mte.gov.br/seg\\_sau/pub\\_cne\\_convencoes\\_oit.pdf](http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_convencoes_oit.pdf) Acesso em 10/01/09

DIMENSTEIN, R.; HORNOS, Y. M. M. **Manual de proteção radiológica aplicada ao radiodiagnóstico**. 3ª ed. São Paulo: Editora Senac, 2008.

ELBERN, ALWIN. **Princípios de Formação da Imagem Radiográfica**. DENUC – UFRGS Atividades. Disponível em: [www.prorad.com.br](http://www.prorad.com.br). Acesso em: 20 de Outubro de 2008.



FERNANDES, G. S.; CARVALHO A.C.P.; AZEVEDO, A.C.P. **Avaliação dos riscos ocupacionais de trabalhadores de serviço de radiologia.** *Radiologia Brasileira*, vol. 38, n. 4, p. 279-281, 2005

GOMES, R. S. **Condições do meio ambiente de trabalho e riscos da exposição aos raios x no serviço de radiodiagnóstico de um hospital público.** FUNDACENTRO: 2002.

IPEN - INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. **Noções Básicas de Proteção Radiológica.** IPEN-CNEN/SP. Atividades. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/apostilas/Julio/Apostila.pdf>. Acesso em: 10/09/2008.

LEI COMPLEMENTAR Nº 848. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei%20complementar/1998lei%20complementar%20n.848,%20de%2019.11.1998.htm>. Acesso em 20/12/2008.

Manuais de Legislação Atlas – **Segurança e Medicina do Trabalho.** 61 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PEIXOTO, J. E. **Princípios básicos para monitoração ocupacional em radiologia médica e odontológica.** [adaptado]. Safety Series. Viena: AIEA, vol. 8, 1997.

POLETTTO, VILAGRA, ESTEVES et all: **Riscos ocupacionais no posto de trabalho do técnico em radiologia de um hospital público federal.** Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR600448\\_9327.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR600448_9327.pdf) Acesso em: 20/11/2008.

PRORAD, **Manual do usuário**. Disponível em <http://www.prorad.com.br/>. Acesso em 15/10/2008.

SAPRA, **Dosímetria**. Disponível em: <http://www.sapralandauer.com.br/mensagem/pub/bemvindo.php?tipo=0&lid=0&pid=0>. Acesso em 26/11/2008.

SOARES, J. C. DE A. C. R. **Princípios de Física Em Radiodiagnóstico**. 2 ed. São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, 2008.

SÃO PAULO (ESTADO). **Assembléia Legislativa. Lei Complementar nº 848, de 19 de novembro de 1998**. Acrescenta... providências. Disponível em [www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei%20complementar/1998/lei%20complementar%20n.848,%20de%2019.11.1998.htm](http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei%20complementar/1998/lei%20complementar%20n.848,%20de%2019.11.1998.htm). Acessado em dez/2008.

[www.biossegurancahospitalar.com.br/rx/Curso\\_de\\_Biosseguranca\\_cap\\_5\\_Efeitos\\_Biologicos\\_das\\_Radiacoes\\_Ionizantes.pdf](http://www.biossegurancahospitalar.com.br/rx/Curso_de_Biosseguranca_cap_5_Efeitos_Biologicos_das_Radiacoes_Ionizantes.pdf). Acessado em nov/2008.

[www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/10\\_fisica\\_medica/efbio.htm](http://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/10_fisica_medica/efbio.htm). Acessado em nov/2008

## APÊNDICE A

## **Termo de Consentimento livre e Esclarecido**

1- Título da monografia: Avaliação das condições de trabalho em relação à proteção radiológica de um setor de radiodiagnóstico convencional de um hospital público de grande porte.

2 – Propomos uma avaliação das condições de trabalho em relação aos quesitos da legislação vigente quando referido à Proteção Radiológica em um setor de radiologia diagnóstica de um hospital público de grande porte localizado na região sul da cidade de São Paulo, com o objetivo de verificar como estão sendo cumpridos estes requisitos.

**Objetivos:** Identificar e apresentar qual a realidade da instituição quanto ao cumprimento das normas vigentes no âmbito da Proteção radiológica e compará-la com a legislação vigente.

3 – Será aplicado um questionário com perguntas objetivas com o propósito de identificar a realidade do cumprimento da legislação vigente no setor de radiodiagnóstico.

4 – O procedimento relatado no item 3 isenta o colaborador de qualquer risco ou desconforto. Não há benefícios diretos para o participante, pois se trata de um estudo experimental, somente em seu final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício.

5 – Garantia de acesso: a qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O investigador Engenheiro Gilberto Sebastião Zunta no telefone XXXX-XXXX e o investigador Engenheiro Vicente Leite no telefone XXXX-XXXX.

6 – É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;

7 – Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com o outro pesquisador, não sendo divulgada a identificação de nenhum colaborador.

8 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;

9 – Despesas e compensações: não haverá despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

10 – Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante terá direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

11 - Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Ficaram claros quais são os propósitos do estudo, garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro, também, que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido ou no meu atendimento neste Serviço.

-----  
Assinatura do colaborador

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

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e

Esclarecido deste colaborador para a participação neste estudo.

-----  
Assinatura do responsável pelo estudo

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

## APÊNDICE B

## Questionário para os colaboradores

1 – Qual a sua idade?

2 – Qual o seu sexo?

( ) Masculino

( ) Feminino

3 – Qual sua formação em radiologia?

4 - Quanto tempo você tem de formação na área de radiologia?

5 – Há quanto tempo você trabalha com radiação ionizante?

6 – Qual seu vínculo com a Instituição?

7 – Há quanto tempo trabalha na Instituição?

8 – Qual sua carga horária de trabalho na Instituição?

9 – Como você cumpre sua carga horária?

10 – Em quantos lugares você trabalha, utilizando radiação ionizante (raios X) atualmente?

11 – Você utiliza-se de dosímetro individual durante todo o período de trabalho?

( ) Sim

( ) Não

12 - Você tem conhecimento dos resultados de seu dosímetro?

( ) Sim

( ) Não

13 – Você acredita nos resultados do dosímetro individual?

( ) Sim

( ) Não. Por quê?

14 – A instituição oferece-lhe os EPI's necessários para realização de sua atividade com segurança?

☐ Sim ☐ Não

Quais são oferecidos

☐ Avental Plumbífero ☐ Protetor de tiróide ☐ Óculos

☐ Luvas Plumbíferas ☐ Protetor de gônadas

15 – Você utiliza-se dos EPI'S necessários para exercer suas atividades com segurança?

☐ Sempre ☐ nunca ☐ às vezes

16 – Quando você utiliza avental, onde você normalmente coloca o dosímetro?

☐ Por baixo do avental ☐ Por cima do avental

17 – Você tem conhecimento da Portaria nº 453/98 ?

☐ Sim ☐ Não

18 – A instituição oferece-lhe acesso a essa portaria?

☐ Sim ☐ Não

19 – A instituição proporciona-lhe treinamento em proteção radiológica?

☐ Sim ☐ não

Em caso de sim qual a periodicidade?

20 – A instituição proporciona-lhe treinamento nos equipamentos que você opera no decorrer de sua jornada de trabalho?

☐ sim ☐ não

Em caso de sim qual a periodicidade?

21 – A Instituição solicita exames médicos periódicos ( avaliação de sua saúde )?

☐ sim ☐ não

Em caso afirmativo, qual o período?



22 – Qual a sua percepção de segurança em relação ao ambiente de trabalho?

( ) Regular      ( ) Bom      ( ) Ótimo

## APÊNDICE C



Foto 1 – Visualização de um Equipamento de Raio X Convencional.



Foto 2 – Visualização de um Equipamento de Raio X Panorâmico .

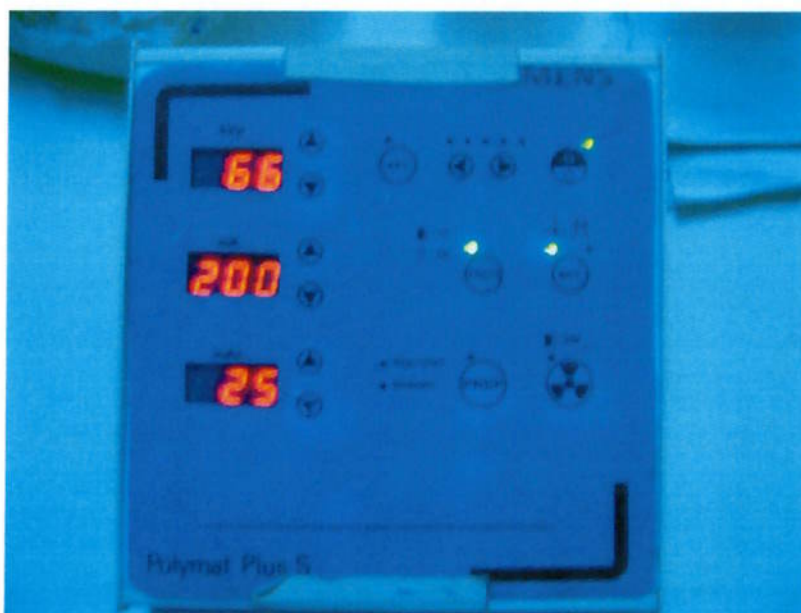


Foto 3 – Visualização de um Painel de comando de um aparelho de Raio X.



Foto 4 – Visualização das Portas das salas de Raio X, observa-se a sinalização de radiação nas portas bem como a indicação de raios X com dispositivo luminoso acima das portas.



Foto 5 – Visualização do Avental de chumbo em seu suporte dentro da sala de Exame.



Foto 6 – Visualização do visor da sala de comando com o vidro plumbífero trincado.





Foto 7 – Visualização de uma Sala de comando.



Foto 8 – Visualização geral de uma sala de exame.



Foto 9 – Visualização do local da guarda dos dosímetros.