

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Nelson Lima Amorim

NR 32 E OS SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA MÉDICA

Taubaté – SP

2010

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Nelson Lima Amorim

NR 32 E OS SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA MÉDICA

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. João Alberto Bajerl

Taubaté – SP

2010

NELSON LIMA AMORIM

NR 32 E OS SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA MÉDICA

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Espec. João Alberto Bajerl

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Ms. Carlos Alberto Guimarães Garcez

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Profª Ms. Maria Judith Marcondes Salgado Schimidt

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Bajerl pela orientação neste trabalho de conclusão da especialização em engenharia de segurança do trabalho.

RESUMO

Este trabalho busca apresentar as formas de proteção dos trabalhadores em serviços de radiologia médica conforme as exigências da Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, através da Norma Regulamentadora NR-32. Através da metodologia da pesquisa exploratória, portais de internet e as normas da Anvisa e da CNEN são consultadas para fornecer informações complementares sobre as proteções radiológicas. Os resultados da pesquisa são separados em duas partes: o reconhecimento das formas de radiação ionizante e seus riscos aos seres humanos, e; a descrição dos meios de proteção dos trabalhadores em ambientes de radiologia médica.

Palavras-chave: Engenharia de Segurança. Radiografia Médica. Norma.

ABSTRACT

This paper aims at presenting the ways to protect workers in medical radiological facilities under the requirements of Lei nº 6514 of 22 December 1977, through the Norma Regulamentadora NR-32. Using the methodology of exploratory research, internet portals and norms from Anvisa and CNEN are searched to provide additional information on radiological protection. The search results are separated into two parts: the recognition of the types of ionizing radiation and its risks to humans, and, the description of the means to protect workers in environments of medical radiology.

Keywords: Safety Engineering. Medical Radiography. Regulation.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Exemplos de radioisótopos utilizados em tratamentos.....	22
Quadro 2 Exemplos de radioisótopos utilizados em diagnóstico.....	24
Quadro 3 Valores de medição críticos de doses efetivas mensais.	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Faixas de ondas eletromagnéticas.....	16
Figura 2 Penetração das radiações ionizantes na matéria.....	18
Figura 3 Espalhamento da radiação no espaço	19
Figura 4 Equipamento de radioterapia	20
Figura 5 Fontes radioativas para tratamento de braquiterapia	21
Figura 6 Equipamento de radiografia	22
Figura 7 Equipamento de tomografia computadorizada	23
Figura 8 Aparelho de mamografia	23
Figura 9 Exemplos de dosímetros para radiações ionizantes	28
Figura 10 Exemplo de planta baixa com classificação de áreas	30
Figura 11 Exemplo de sinalização para entrada de sala de raio X.....	30
Figura 12 Altura do visor	33
Figura 13 Desenho esquemático de um biombo para radiologia	34
Figura 14 Exemplo de avental de chumbo	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Ministério do Trabalho e Emprego	13
2.2 Agência Nacional de Vigilância Sanitária	14
2.3 Comissão Nacional de Energia Nuclear	14
3 MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4.1 A Radiação	16
4.2 Meios De Proteção	18
4.3 Aplicações Médicas Das Radiações Ionizantes	20
4.3.1 Categorias dos procedimentos	24
4.3.2 A radiografia médica	25
4.4 Medidas De Proteção Dos Trabalhadores	25
4.4.1 Medidas administrativas	26
4.4.2 Medidas de proteção	31
4.4.3 Proteção do indivíduo	34
4.5 Considerações Gerais	36
5 CONCLUSÃO	37
BIBLIOGRAFIA	38

1 INTRODUÇÃO

A radiologia médica é uma especialidade de diagnóstico amplamente utilizada na área de saúde devido à possibilidade que ela traz de visualizar imagens internas do corpo humano sem necessidade de invasão do mesmo. Trata-se de uma técnica barata e eficaz na identificação de uma grande gama de doenças e condições de saúde da população.

Devido à sua popularidade e com salários e condições de trabalho atraentes para muitos trabalhadores no Brasil, apresenta-se como uma área de emprego muito procurada. A formação em técnico de radiologia dura aproximadamente dois anos, o que permite uma formação relativamente rápida. No entanto, essa formação dos profissionais de radiologia deve ser rigorosa e atender aos requisitos do Ministério da Educação para prover profissionais capacitados e atualizados para a execução dos serviços com eficiência e segurança.

Após a conquista do diploma, a atuação destes trabalhadores fica diretamente vinculada às empresas em que forem contratados. Nestes locais, não bastará uma boa formação para garantir a segurança dos indivíduos, pois será também necessário o atendimento dos requisitos exigidos em normas, como as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, as resoluções e portarias da Agência de Vigilância Sanitária e as Normas Nucleares, da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Dentre as especialidades da radiologia, a radiografia é a área mais conhecida, sendo fácil encontrar um ou mais desses serviços em qualquer localidade onde haja uma equipe médica instalada. Também, por esta difusão, encontra-se em muitos locais uma situação de concorrência acirrada, preços baixos e qualidade questionável.

Considerando a importância dos serviços de radiografia médica para a população, tanto do ponto de vista do usuário quanto do trabalhador, é

fundamental que os envolvidos, trabalhadores e empresários, tenham conhecimento das exigências legais para o setor.

O teor do trabalho em seu Capítulo 2, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA apresenta o material consultado para o embasamento teórico. Em seguida, a METODOLOGIA utilizada na pesquisa é explicada no Capítulo 3. No Capítulo 4, RESULTADOS E DISCUSSÕES, são apresentados os resultados da pesquisa e as considerações do autor. Por fim, o Capítulo 5 apresenta uma conclusão sobre os resultados da pesquisa.

1.1 Objetivo

Detalhar os itens da NR 32 relacionados à proteção radiológica dos trabalhadores dos serviços de radiografia médica e complementá-los com as outras normas aplicáveis, para oferecer condições de trabalho seguro nesta área.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A área de radiografia médica deve seguir as regulamentações do Ministério do Trabalho e Emprego, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária e da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em âmbito federal, para prover condições seguras de trabalho aos colaboradores.

2.1 Ministério do Trabalho e Emprego.

A Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) é a principal norma brasileira no que se trata ao direito dos trabalhadores no Brasil. Promulgada em 1º de maio de 1943, ela passou a exigir condições melhores de emprego, e através da Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, obrigou cuidados com a segurança no trabalho. No ano seguinte, veio a Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, que instituiu as Normas Regulamentadoras (NR) como a diretriz principal de segurança do trabalho para as empresas brasileiras.

Apesar do avanço em geral quanto à segurança dos trabalhadores, principalmente dos trabalhadores industriais, os serviços de saúde ficaram sem uma NR que tratasse de suas especificidades. Riscos comuns aos empregados da área de saúde não podiam ser contemplados por nenhuma outra NR, como é o caso dos riscos biológicos, químicos e de radiações ionizantes.

Somente em 2005 entrou em vigor a Norma Regulamentadora 32 (NR 32) – Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde – que veio preencher esta necessidade de segurança em uma área onde o número de acidentes era preocupante, e causava grandes custos ao governo do país.

O objetivo da NR 32 é estabelecer diretrizes de segurança e saúde no trabalho para a proteção aos trabalhadores dos serviços de saúde. A norma é dividida em onze itens principais, abordando riscos específicos da área, manipulação dos resíduos, condições dos serviços de suporte e disposições

legais. Dois anexos descrevendo a classificação dos agentes biológicos complementam a norma.

2.2 Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é uma agência reguladora do governo federal, vinculada ao Ministério da Saúde. Seu objetivo é promover a saúde da população brasileira através do controle sanitário de produtos e serviços, em todos seus processos de execução.

A Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002, apresenta regulamento técnico para o planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de ambientes de saúde.

A Portaria nº 453, de 01 de junho de 1998, estabelece diretrizes para a proteção radiológica em ambientes médicos e odontológicos onde são executados procedimentos de radiodiagnóstico.

2.3 Comissão Nacional de Energia Nuclear.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, responsável pelo planejamento, orientação, supervisão e fiscalização das atividades que fazem uso da energia nuclear. É o órgão nacional que estabelece normas e regulamentos em radioproteção e que dá licenças e fiscaliza as atividades nucleares no Brasil.

A norma NN-3.01, de janeiro de 2005, tem como objetivo estabelecer requisitos de proteção radiológica da população quanto às radiações ionizantes.

3 MÉTODOS

A metodologia de desenvolvimento adotada é baseada na pesquisa exploratória, com levantamento bibliográfico de normas complementares à NR 32, no que diz respeito às medidas de proteção para os trabalhadores dos serviços de radiografia médica.

As principais fontes da pesquisa foram portais especializados de internet, nacionais e internacionais, sobre radiação e medicina, além das normas brasileiras sobre energia nuclear, condições de trabalho e segurança do trabalhador.

Com o objetivo de descrever detalhadamente os itens da NR 32 relacionados à proteção radiológica dos trabalhadores dos serviços de radiografia médica, são selecionados os itens diretamente relacionados à proteção desses trabalhadores; estes itens têm suas especificações complementadas a partir de informações de outras fontes, tais como normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são apresentados em duas partes: inicialmente explica-se o que é radiação ionizante, suas aplicações médicas e diretrizes para a proteção dos usuários; e, em seguida, apresentam-se as exigências de segurança para os trabalhadores conforme a norma NR 32, com explicações e exemplificações complementares baseadas em outras fontes.

4.1 A Radiação.

Segundo o Health Physics Society (2009), radiação é energia provida de uma fonte e que viaja pelo espaço. Esta energia pode interagir com a matéria de diversas formas, dependendo de como foi produzida. A principal separação entre radiações é quanto à sua característica física, podendo ser de material particular, como elétrons, prótons e nêutrons, ou de ondas eletromagnéticas, como os raios X, a luz visível ou as ondas de rádio. Porém, quando se trata da segurança dos seres humanos, a mais importante divisão das radiações se dá em radiações não ionizantes e radiações ionizantes.

As radiações não ionizantes compreendem as ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda maiores que 10^{-9} metros, ou o logaritmo do comprimento de onda em metros (-9), como apresentado na Figura 1. Fazem parte das radiações não ionizantes, a luz visível, a ultravioleta e a microondas.

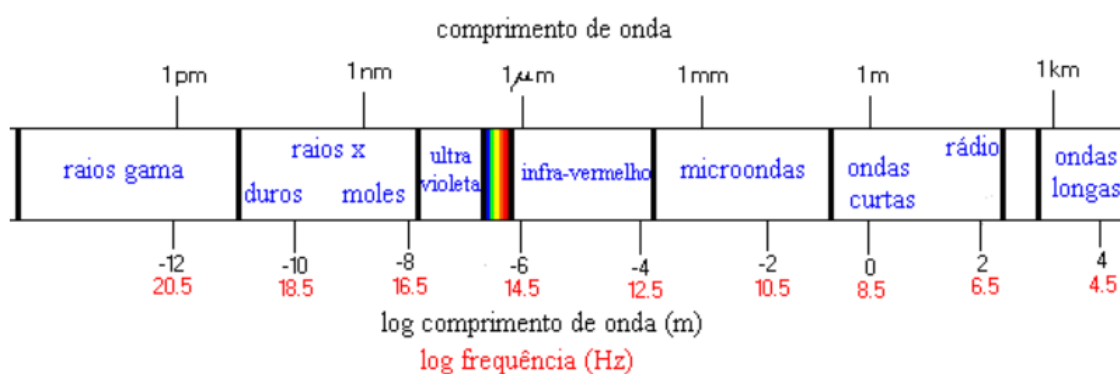


Figura 1 Faixas de ondas eletromagnéticas
Fonte: Bertulani, 1999.

As radiações ionizantes podem ser caracterizadas pela emissão de material particular, conhecidas como Alfa e Beta, ou pela emissão de ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda abaixo de 10^{-9} metros, definidas como raios X e raios Gama. O termo ionizante refere-se à capacidade da radiação de romper a ligação de um elétron a um núcleo atômico, ejetando este elétron e transformando o átomo em um íon positivo. O que torna as radiações ionizantes perigosas aos seres vivos é exatamente este processo de ionização, pois ele pode alterar as ligações e os processos químicos da matéria (Nouailhetas, Almeida e Pestana, 2008).

A radiação Alfa é uma partícula pesada e de curtíssimo alcance constituída de 2 prótons e 2 nêutrons, configurando um átomo de Hélio com carga positiva. A partícula Alfa não consegue penetrar na pele humana, mas pode ser prejudicial à saúde se inalada, ingerida ou penetrar em feridas. Ela pode ser barrada por películas finas, constituídas até de papel ou pano, não constituindo risco significativo de segurança (Health Physics Society, 2009).

A partícula Beta é um elétron, mais leve que a partícula Alfa, mas também de curto alcance. É capaz de percorrer algumas dezenas de centímetros no ar, e atingir a camada de produção de células da pele humana, o que pode causar feridas se a fonte emissora de radiação Beta ficar próxima à pele por longos períodos. Essa radiação pode ser especialmente danosa se atingir o interior do corpo, mas em situação normal, até chapas finas de metal podem barrar as emissões (Health Physics Society, 2009).

As ondas eletromagnéticas da radiação Gama e do raio X têm alto poder de penetração na matéria e percorrem muitos metros pelo ar (Health Physics Society, 2009). Devido ao pequeno comprimento de onda destas radiações, e pela suas altas frequências, as duas formas de radiação ionizante por ondas eletromagnéticas atravessam muito facilmente a matéria, necessitando de chapas grossas de metais pesados ou volumes de concreto com espessuras calculadas para conseguir barrá-las, conforme ilustra a Figura 2.

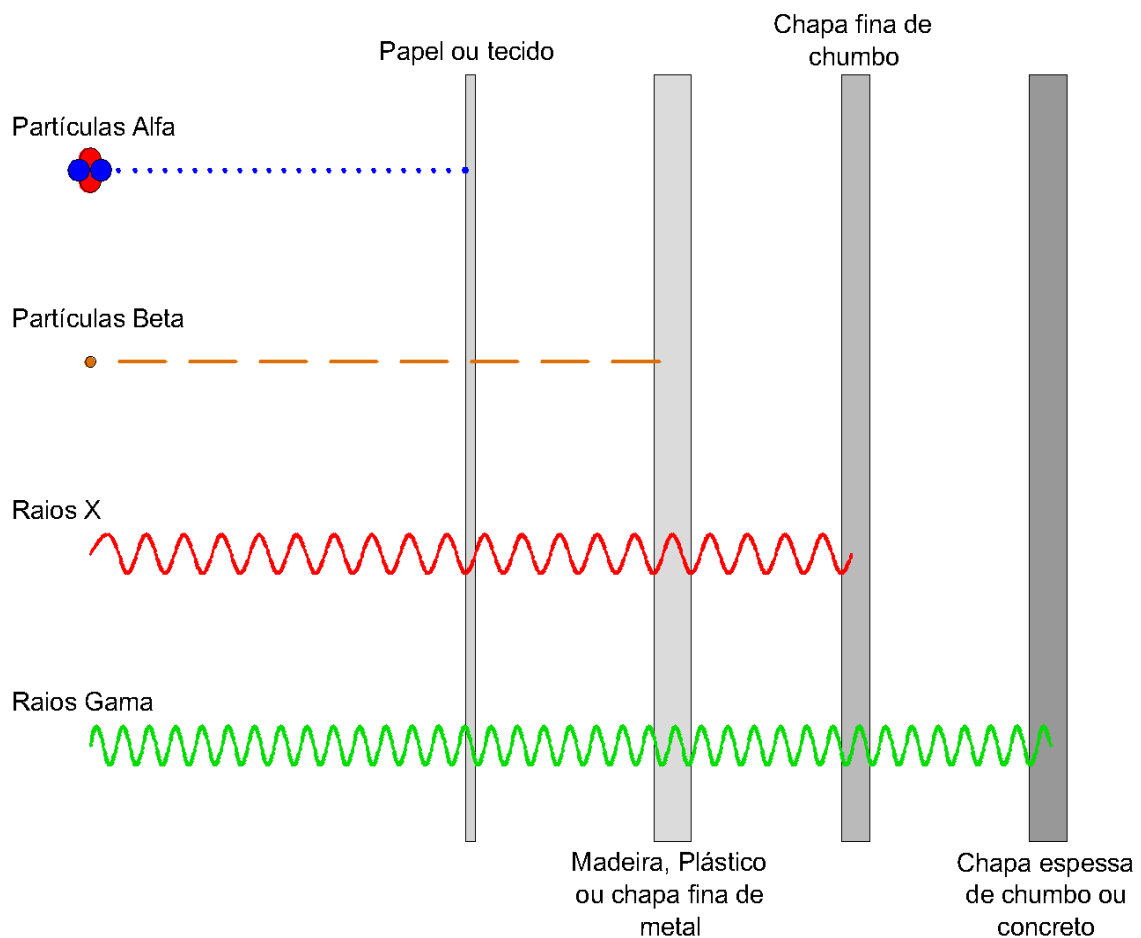


Figura 2 Penetração das radiações ionizantes na matéria
Fonte: O autor

Apesar de as duas serem ondas, a fonte de emissão é diferente. Os raios Gama são liberados pelo núcleo de átomos, no processo de decaimento atômico de alguns materiais, e os raios X são gerados eletricamente com a excitação de elétrons e colisão dos mesmos em placas de chumbo ou outros materiais. O que esta diferença na fonte de radiação implica é que os raios X podem ser desligados com o corte do fornecimento de eletricidade, mas os raios Gama não podem ser desligados, mas devem ser bloqueados na fonte emissora para impedir o risco de danos por radiação ionizante.

4.2 Meios De Proteção.

Segundo o Health Physics Society (2009), a exposição à radiação pode ser controlada através de três técnicas: tempo, distância e blindagem.

O tempo em que uma pessoa fica exposta a uma fonte de radiação é altamente determinante no que diz respeito aos efeitos provocados no organismo. Quanto menor o tempo, menores serão os efeitos. O melhor modo de controlar o tempo de exposição é o planejamento prévio dos procedimentos em que a pessoa ficará exposta à radiação, assim como limitar ao máximo as situações em que ela precisa ficar exposta.

A distância é outro ponto importante na redução da exposição à radiação ionizante, visto que a intensidade da radiação é reduzida pelo fator do quadrado da distância ($\frac{1}{d^2}$). Por exemplo, a uma distância de 2 metros da fonte, a radiação incidente é $\frac{1}{2^2}$ o que seria a 1 metro, ou seja, uma redução de 75% da intensidade. Este efeito acontece porque a distância entre a fonte e o objeto é uma medida linear, mas a radiação parte da fonte e se espalha por uma área. A Figura 3 mostra esquematicamente esse espalhamento. Uma boa forma de usar a distância a favor do usuário é se manter longe do local de radiação, usando acionadores remotos.

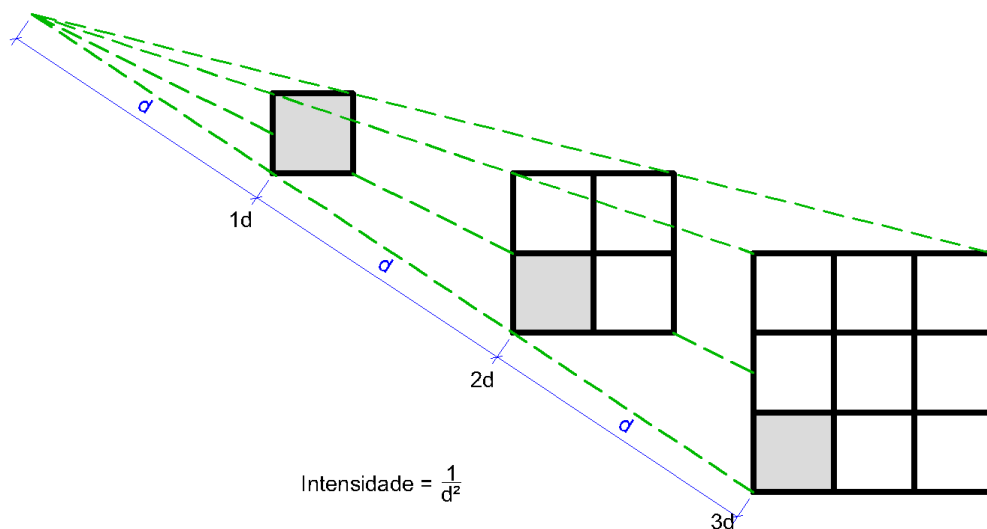


Figura 3 Espalhamento da radiação no espaço
Fonte: O autor

A última técnica para controlar as radiações, a blindagem, é simplesmente o uso de barreiras constituídas de materiais capazes de conter as radiações. Estas barreiras podem ser simples, usando um só material, ou compostas, usando-se camadas de materiais diferentes. Para se atingir o

resultado desejado das barreiras, é necessário o estudo das características radioativas da própria fonte, do tempo de exposição, da distância entre fonte e usuário, e dos materiais de blindagem a serem utilizados.

4.3 Aplicações Médicas Das Radiações Ionizantes.

As radiações ionizantes são utilizadas na medicina para tratamentos de doenças e diagnósticos. Os tratamentos são a radioterapia, a braquiterapia, os aplicadores e os radioisótopos, e os diagnósticos são a radiografia, a tomografia, a mamografia e o mapeamento com radiofármacos (FIOCRUZ, 2005).

A radioterapia é um tratamento que utiliza feixes de raios X para atingir e causar a morte de um tumor cancerígeno no corpo do paciente. Como são feixes de raios X, ao se desligar o equipamento, interrompe-se a emissão da radiação. Este tipo de procedimento não é invasivo. A Figura 4 apresenta um ambiente com equipamento de radioterapia.



Figura 4 Equipamento de radioterapia
Fonte: Lead Comunicações Ltda, 2008.

A braquiterapia utiliza o mesmo princípio da radioterapia; atingir e matar as células cancerígenas. A diferença é que na braquiterapia são usados materiais radioativos colocados próximos aos tumores. Como o tipo de

radiação é gama, as fontes de radiação não podem ser desligadas e devem ser armazenadas em compartimentos blindados. Este procedimento pode ser executado por cirurgia, colocando-se a fonte de radiação (Figura 5) diretamente no tecido do corpo que apresenta a doença.



Figura 5 Fontes radioativas para tratamento de braquiterapia
Fonte: Zem El-Dine, Lopes, et al., 2008

Os aplicadores são instrumentos usados para expor fontes radioativas diretamente nos tecidos de interesse em diversos procedimentos de saúde. A braquiterapia é um desses, além das aplicações dermatológicas e oftalmológicas, com o intuito de acelerar a cicatrização em pós operatórios. Nestes casos, a radiação interessada é beta, e as fontes também devem ser armazenadas em compartimentos blindados.

Os radioisótopos são administrados em soluções líquidas nos pacientes por meio de ingestão ou injeção, para o tratamento em tecidos doentes. O material radioativo pode permanecer no corpo do paciente por até alguns dias. Se a eliminação ou decaimento do material forem prolongados, a pessoa deve permanecer internada, até que um dos dois ocorra, em quartos especiais com parede blindadas e tratamento especial dos efluentes. Cuidado especial deve ser tomado também com o ambiente de manipulação dos radioisótopos devido à exposição dos manipuladores aos elementos radioativos. O Quadro 1 mostra alguns radioisótopos utilizados em tratamentos.

Radioisótopo	Abreviatura
Fósforo-32	P-32
Samário-153	Sm-153
Estrôncio-89	Sr-89
Iodo-131	I-131

Quadro 1 Exemplos de radioisótopos utilizados em tratamentos
Fonte: O autor

A radiografia é o mais conhecido dos meios de diagnóstico que usam radiações ionizantes. Seu princípio é parecido com o processo da fotografia, onde uma película fotossensível é atingida por uma radiação eletromagnética. A radiação X atravessa tecidos menos densos com mais facilidade, e sensibiliza mais a película fotossensível nestas áreas. A Figura 6 apresenta um equipamento de radiografia.



Figura 6 Equipamento de radiografia
Fonte: Del Grandi Produtos Radiológicos Ltda, 2010.

Na tomografia, embora muito parecida com a radiografia, o equipamento faz a fonte de raios X girar em torno do corpo do paciente para conseguir as imagens, que ao invés de serem registradas em fotografias, são processadas por computador (Figura 7). Os mesmos cuidados da radiografia devem ser observados.



Figura 7 Equipamento de tomografia computadorizada
Fonte: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

A mamografia também utiliza feixes de raios X, e sua intenção é capturar imagens da mama para a identificação de tumores cancerígenos. Os cuidados são similares aos da radiografia. A Figura 8 mostra uma sala de exame com os equipamentos de mamografia.



Figura 8 Aparelho de mamografia
Fonte: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

O mapeamento com radiofármacos é um procedimento usado para identificar doenças em alguns órgãos do corpo. O radiofármaco, que nada mais é do que um radioisótopo, é administrado no paciente e se concentra em um tecido específico, de acordo com o produto usado. Um detector rastreia o acúmulo do produto, e os dados são analisados pela equipe médica. O ambiente de manipulação deve ser controlado e, após o exame, devem ser tomados cuidados quanto aos dejetos do paciente. O Quadro 2 mostra alguns exemplos de radiofármacos usados nos diagnósticos médicos.

Radioisótopo	Abreviatura
Tecnécio-99m	Tc-99m
Tálio-201	Tl-201
Índio-111	In-111
Iodo-131	I-131
Gálio-67	Ga-67

Quadro 2 Exemplos de radioisótopos utilizados em diagnóstico
Fonte: O autor

4.3.1 Categorias dos procedimentos.

Os procedimentos de saúde citados anteriormente são normalmente agrupados em três especialidades médicas conhecidas como medicina nuclear, radioterapia e radiodiagnóstico. Esta classificação, também utilizada nas normas sobre radiações ionizantes, permite o melhor estudo dos riscos envolvidos nos área.

Os serviços de medicina nuclear envolvem os procedimentos de tratamento e diagnóstico que utilizam radioisótopos para a emissão de radiação alfa ou beta. Estão inclusos nesta categoria os aplicadores, os radioisótopos e o mapeamento com radiofármacos.

Os serviços de radioterapia envolvem procedimentos somente de tratamento que utilizam raios X ou gama. A radioterapia e a braquiterapia fazem parte desta categoria.

Os serviços de radiodiagnóstico envolvem os procedimentos de diagnóstico que utilizam raios X. Fazem parte desta categoria a radiografia, a tomografia e a mamografia.

4.3.2 A radiografia médica.

A partir da descoberta dos raios X, em 1895, por Wilhelm Conrad Röntgen, a radiografia surgiu como uma técnica de visualização através de objetos. Desde então a radiografia passou por evoluções e hoje apresenta aplicações em diversas áreas como indústria, segurança e medicina.

Na medicina, a radiografia representa grande parte dos serviços de radiologia, sendo sua utilização largamente difundida, uma vez que constitui uma fonte essencial para o diagnóstico médico.

Existem basicamente três tipos de equipamentos ou combinações deles, o aparelho de mesa, o torácico e o móvel, podendo ser analógicos ou digitais. O uso de cada tipo de aparelho depende da natureza do diagnóstico procurado ou das condições do próprio paciente.

Na radiografia médica, os profissionais que atuam na área incluem os médicos radiologistas, os técnicos e tecnólogos em radiologia, os assistentes e os enfermeiros. Todos eles devem tomar os cuidados para proteger a si próprios e aos colegas, bem como os pacientes e acompanhantes, durante o uso das instalações radiológicas.

4.4 Medidas De Proteção Dos Trabalhadores.

Considerando as especificidades dos ambientes de radiografia médica, as medidas de proteção à segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos podem ser separadas em três tipos - medidas administrativas, proteção do indivíduo e proteção coletiva – de acordo com as características de aplicação das mesmas.

4.4.1 Medidas administrativas

As medidas de proteção de caráter administrativo devem buscar mudanças no processo de trabalho para reduzir ou eliminar a exposição dos trabalhadores aos agentes nocivos.

Seguindo o conceito da primeira estratégia de proteção contra a radiação, os trabalhadores devem permanecer o mínimo de tempo suficiente para executar seus procedimentos nos ambientes onde há fontes de radiação. As salas de aparelhos de raios X podem permitir uma estadia prolongada, porque a emissão da radiação acontece apenas quando ligada a corrente elétrica no equipamento, mas isto só é possível se houver o devido controle da utilização da aparelhagem. Nos períodos em que há o funcionamento dos equipamentos, os funcionários devem ser orientados a não acionar o aparelho desnecessariamente, mas somente quando verificado que todos os auxiliares estejam protegidos.

As pessoas que trabalham na sala de radiologia devem passar por treinamentos que as permitam conhecer os riscos radiológicos no seu trabalho e por treinamentos de como se protegerem destas radiações. Devido às diferenças de aparelhos e às inovações tecnológicas dos próprios equipamentos e também das proteções, os trabalhadores devem reciclar seus conhecimentos continuamente, principalmente quando se prevê a mudança de algum fator do ambiente de trabalho, como, por exemplo, a troca de aparelhos ou de equipamentos de proteção individual (EPI).

Os EPIs devem sempre ser usados no local de trabalho, conforme o trabalho a ser executado. Quando a atividade não exigir um determinado EPI, esse deve ser armazenado em um local adequado, que não atrapalhe a execução de outras atividades. Os tipos de EPIs utilizados nos locais de radiologia serão tratados em outra seção deste texto.

Além dos treinamentos e dos equipamentos de proteção individual, os funcionários que trabalham dentro das salas de raio X devem ser monitorados quanto à dose de radiação ionizante a que estão expostos na realização de

suas atividades. Esta monitoração é feita através de dosímetros individuais de leitura indireta, os quais devem ser trocados mensalmente e enviados para leitura em laboratório certificado pela CNEN. O Quadro 3 mostra os valores a partir dos quais devem ser tomadas providências.

Valor da dose efetiva mensal	Providências
>1,5 mSv	Investigação do caso, e arquivamento dos resultados.
>3/10 do limite anual	Comunicação à autoridade sanitária local, junto com relatório de providências tomadas para reduzir a exposição.
>100 mSv	Investigação especial do caso e avaliação de dosimetria citogenética das pessoas envolvidas.

Quadro 3 Valores de medição críticos de doses efetivas mensais.
Fonte: CNEN, 2005.

Os dosímetros devem ser utilizados durante a jornada de trabalho, na região mais exposta do tronco, e quando o trabalhador usar o avental plumbífero, o dosímetro deve ficar por cima deste e a leitura da dose deverá ser corrigida por um fator de 1/10. Nos períodos entre as jornadas de trabalho, os dosímetros devem ser guardados em local onde não haja fontes de radiação ionizante, seco e a temperatura amena, junto com um dosímetro padrão, o qual identificará a radiação de fundo, que será descontada das leituras individuais. A Figura 9 mostra alguns tipos de dosímetros usados na medição de radiações ionizantes.



Figura 9 Exemplos de dosímetros para radiações ionizantes
Fonte: DirectIndustry, 2009.

Não só os funcionários, mas também a área de trabalho deve ser monitorada para averiguação dos níveis de radiação e da eficiência das blindagens e dos dispositivos de segurança. Os valores limites de radiação na avaliação não devem ultrapassar 5 mSv/ano nas áreas classificadas como controladas, e 0,5 mSv/ano nas áreas livres. Em caso de ultrapassar estes limites, a instalação deverá ser readequada para aumentar a proteção dos usuários.

Alguns serviços de radiologia exigem a presença de uma ou mais pessoas para auxiliar no posicionamento e apoio dos pacientes durante o disparo da fonte de raio X. Nestes casos, a primeira orientação é para que estes auxiliares sejam os acompanhantes do próprio paciente, e quando isto não for possível, que seja feito um rodízio entre os trabalhadores da empresa, dando-se preferência aqueles que não trabalham diretamente com a radiação. Esta medida é necessária para minimizar a exposição dos profissionais operadores do sistema, mas deve também ser controlada para não expor em excesso os outros empregados.

Outro cuidado importante é com a saúde das mulheres gestantes, as quais devem ser deslocadas, assim que constatada a gravidez, para atividades que não as exponha a radiações ionizantes. Tomar esta providência é muito

importante, pois a radiação, por menor que seja, pode ter um impacto muito grande no desenvolvimento do feto.

A empresa também deverá proibir o trabalho de menores de 18 anos em atividades onde haja radiação ionizante, a não ser para estudantes com idade entre 16 e 18 anos que façam estágio profissional na área. Neste caso, a dose efetiva anual não deverá ultrapassar 6 mSv para cada jovem.

A NR 32, do Ministério do Trabalho e Emprego, e a NN-3.01, da CNEN, também exigem a instituição de um Serviço de Proteção Radiológica, também conhecido pela sigla SPR, que fica responsável pela execução e manutenção do Plano de Proteção Radiológica (PPR) de um serviço de radiologia.

O SPR é composto pelo ambiente físico, pelos EPIs e pelos equipamentos de medição e pela equipe responsável, devendo estar localizado próximo às salas de raio X. A estrutura montada para este serviço deverá permitir que se realize a monitoração e a avaliação das condições corriqueiras de segurança radiológica da instituição.

Outra exigência das normas é a classificação das áreas da instalação de radiologia, e o controle de acesso aos ambientes, definidos pelo responsável da instituição. Para esta classificação são usados os nomes de áreas controladas, áreas supervisionadas e áreas livres, conforme a situação de risco que expõem os usuários.

As áreas controladas são os ambientes nos quais seja necessária a aplicação de medidas de proteção para garantir a segurança radiológica dos trabalhadores de forma a garantir o cumprimento dos limites de dose de radiação ionizante.

As áreas supervisionadas não exigem medidas de proteção radiológica, mas são ambientes que requerem reavaliações regulares para garantir que as condições de trabalho não exponham os empregados a riscos.

A última classificação, áreas livres, será destinada a todos os outros ambientes da instalação que não possuam fontes de radiações ionizantes ou

que não corram o risco de serem contaminadas por essas. É importante ressaltar que, segundo a Portaria nº452 de 1998, da Anvisa, “em instalações de radiodiagnóstico, toda circunvizinhança da área controlada deve ser classificada como área livre, sob o aspecto de proteção radiológica”, o que quer dizer que a radiação deverá ser plenamente contida no ambiente onde há a fonte de raios X. A Figura 10 apresenta um exemplo de planta baixa demonstrando as áreas classificadas para um ambiente de radiologia.

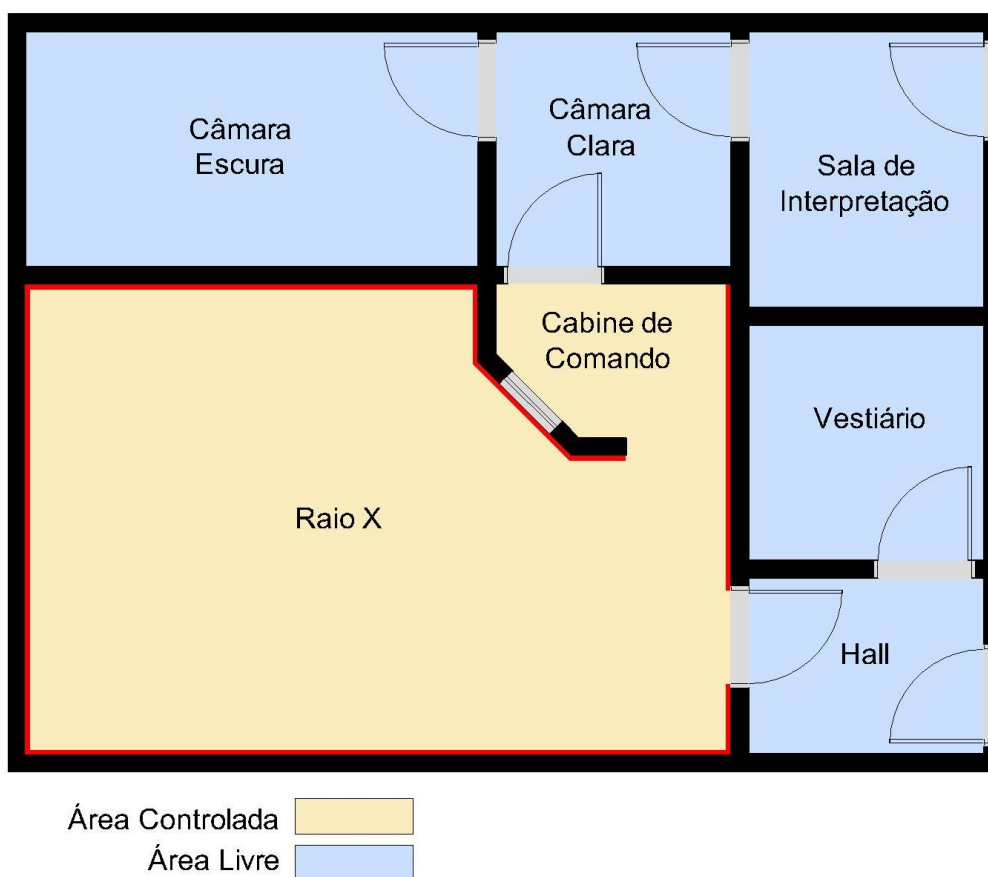


Figura 10 Exemplo de planta baixa com classificação de áreas
Fonte: O autor

Além da classificação das áreas, é também exigida colocação de sinalização específica nas áreas de uso de radiações ionizantes. Os acessos aos ambientes controlados, tais como as salas de raio X, devem ser identificados com o símbolo internacional de presença de radiação (Figura 11).



Figura 11 Exemplo de sinalização para entrada de sala de raio X
Fonte: O autor

Dentro das salas de raio X, é necessário apresentar os valores medidos das doses de radiação dos trabalhadores e dos ambientes, e as datas dessas medições, em local visível para os envolvidos.

Outras sinalizações exigidas são para a identificação das circulações, marcando as entradas e saídas para os ambientes e as direções e pontos de saída de emergência. Junto a essas, deve também estar presente toda a sinalização dos equipamentos de segurança e de sistemas de alarme. Complementado as indicações de segurança, devem também haver quadros indicando os procedimentos em casos de acidente ou emergência relacionados à radiação.

4.4.2 Medidas de proteção.

As medidas de proteção coletiva, nos ambientes de radiologia, devem ser implementadas mesmo antes do início das atividades, e sempre revisadas de acordo com as avaliações de segurança e saúde dos trabalhadores, que devem ser feitas continuamente.

A primeira forma de proteção coletiva refere-se ao próprio equipamento de raio X. Mantê-lo em perfeitas condições de uso, com manutenção em dia, praticamente elimina o risco de exposição acidental por defeito do aparelho. Também as características da sala e os equipamentos determinados em projeto não podem ser alterados, pois isto pode mudar as condições esperadas e trazer prejuízos aos trabalhadores. Quando necessário, deverá ser feito um

novo projeto para que englobe todas as modificações, e este deverá ser reavaliado pelos órgãos competentes.

Para os equipamentos móveis, deve ser providenciado cabo disparador de pelo menos 2 metros, para o trabalhador se manter afastado durante a ativação da máquina, e os equipamentos fixos devem possuir uma cabine de comando protegida por blindagem.

É importante que todos os equipamentos de radiografia estejam com seus diafragmas e colimadores em plenas condições de uso, para evitar a utilização acidental do equipamento defeituoso e possíveis exposições indesejadas à radiação ionizante.

A segunda medida de proteção coletiva é quanto às blindagens da sala de raio X. Estes ambientes devem possuir paredes, pisos, tetos e portas blindados, que proporcionem condições sem riscos radiológicos nas áreas adjacentes. Em paredes, a blindagem pode ser reduzida a partir de 210 cm de altura, se houver justificativa, como, por exemplo, quando não houver outros ambientes que fiquem expostos pela linha de radiação acima desta altura.

A cabine de comando do aparelho deve, além de ser blindada, permitir a visualização do paciente pelo operador, seja por câmera de vídeo ou por vidro blindado e também permitir a comunicação entre o paciente e operador. Quando for usado visor, este deve permitir a observação do paciente e também a visualização da entrada de qualquer pessoa durante a operação do equipamento. A Figura 12 mostra uma altura de visor compatível com a altura de um operador, e deve ser observado que o visor deve ser instalado com altura e tamanho apropriados para a equipe de trabalho.

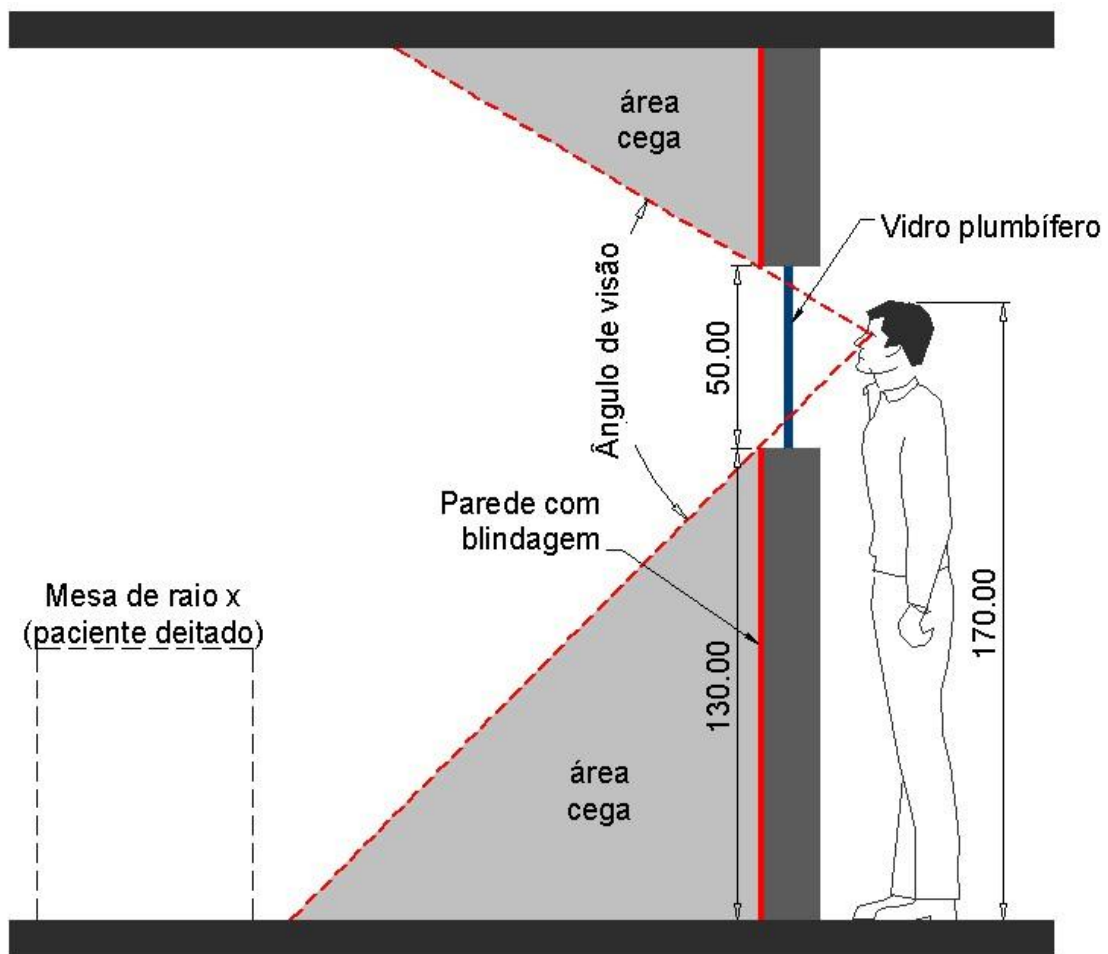


Figura 12 Altura do visor
Fonte: O autor

A cabine pode ser projetada como um ambiente anexo à sala de raio X ou como um biombo de pelo menos 210 cm de altura, quando dentro da sala. Quando for utilizada a segunda opção, o biombo deverá ser fixado no piso, sendo somente permitido biombos móveis para o uso com aparelhos de raio X móveis. A Figura 13 mostra um biombo usado em radiologia.

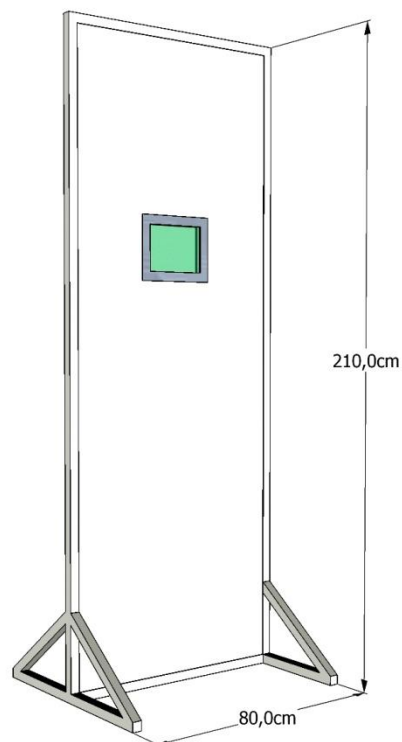


Figura 13 Desenho esquemático de um biombo para radiologia
Fonte: O autor

Como a fonte de radiação nestes procedimentos pode ser controlada pela eletricidade, deve-se evitar o disparo de mais de uma fonte, conseqüentemente o risco de exposição acidental. Portanto é vetada a instalação de mais de um equipamento de raio X por sala.

Por último, durante a operação do equipamento de raio X, as portas da sala devem permanecer fechadas, sendo que uma iluminação com luz vermelha sobre a porta de entrada da sala deve ficar acesa e um informativo com a seguinte mensagem deve estar presente próximo à porta: "Quando a luz vermelha estiver acesa, a entrada é proibida".

4.4.3 Proteção do indivíduo.

A última linha de proteção dos trabalhadores deve ser a proteção individualizada, podendo ser caracterizada pelos equipamentos de proteção individual. Essas medidas de proteção buscarão criar barreiras físicas portáteis, para cada um dos trabalhadores.

Os EPIs mais comuns são os aventais de chumbo, usados primariamente pelos operadores dos equipamentos de raio X fixos, dando proteção à parte da frente do corpo do usuário, dos ombros aos joelhos, e parte de proteção para as costas, na região sobre os pulmões (Figura 14). Também existem modelos específicos para uso em salas de cirurgia, que também têm uma camada protetora na parte de trás, para dar segurança mesmo quando a equipe se movimenta em torno do paciente que está sendo radiografado.



Figura 14 Exemplo de avental de chumbo
Fonte: Grupo GRX Brasil Ltda, 2010.

Outras vestimentas de proteção incluem as saias e coletes, os quais vão fornecer blindagem na frente e nas costas do usuário e são geralmente usados em salas de operação porque permitem maior mobilidade dos profissionais e facilitam a execução dos procedimentos cirúrgicos.

Como explicado nas medidas administrativas, em alguns casos é necessário o auxílio para segurar o paciente durante a radiografia. Dependendo do tipo de procedimento e da forma de apoiar o paciente, devem ser usados EPI's específicos que blindem as partes do corpo que venham a ficar expostas. Os membros podem ser protegidos por luvas, mangas e perneiras, e para o tronco usam-se os aventais, coletes e saias.

Protetores especiais como óculos plumbíferos e protetores de tireóide podem ser usados quando cabeça e pescoço ficarem expostos à radiação, e, para complementar a proteção do auxiliar, devem ser dispostos anteparos móveis quando possível.

4.5 Considerações Gerais.

Os serviços de radiografia expõem os trabalhadores ao contato diário com as radiações ionizantes e isto exige um alto grau de comprometimento da equipe envolvida, tanto dos empregadores como dos empregados.

Mesmo que os riscos existam, é possível mantê-los sobre controle realizando as medidas de segurança descritas neste trabalho. Contudo, não podem ser tomados cuidados somente com medidas administrativas ou proteções coletivas ou proteções individuais, pois é imprescindível que todas as medidas estejam presentes para realmente tornar o ambiente de trabalho salubre.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a observância dos itens da NR 32 relacionados à proteção radiológica dos trabalhadores dos serviços de radiografia médica, e sua complementação com as outras normas aplicáveis, oferece condições para o trabalho seguro nesta área.

BIBLIOGRAFIA

BERTULANI, C. A. **A temperatura do Universo**, 1999. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/temperatura/universo/tmp.html>>. Acesso em: 15 dez 2009.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 20 Mar. 2002.

BRASIL. **Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 23 Dez. 1977.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Portaria MTB nº 3.214, de 08 de junho de 1978**. Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 22 Dez. 1977.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria MTE nº 485, de 11 de novembro de 2005. NR 32 - Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde**. Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 16 Nov. 2005. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_32.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2009.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Consolidação das Leis do Trabalho**. Rio de Janeiro: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 9 Ago. 1943.

BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NN-3.01, de janeiro de 2005. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 06 Jan. 2005.

BRASIL.SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria nº 453, de 01 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá o.** Brasília: Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], 02 Jun 1998.

DEL GRANDI PRODUTOS RADIOLÓGICOS LTDA. **Simulador de Aparelho de Raios-X Médico. Del Grandi Produtos Radiológicos Ltda**, 2010.

Disponível em:

<http://www.delgrandi.com.br/br/abre_produto.asp?id_produto=161>. Acesso em: 27 Mar. 2010.

DIRECTINDUSTRY. **Dosimeter for X-rays, gamma, beta radiation and neutron Landauer. Direct Industry Virtual Industrial Exhibition**, 2009.

Disponível em: <<http://www.directindustry.com/prod/landauer/dosimeter-for-x-rays-gamma-beta-radiation-and-neutron-23670-59453.html>>. Acesso em: 14 Set. 2009.

FIOCRUZ. **Radiação. Portal Fiocruz**, 2005. Disponível em:

<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html>. Acesso em: 14 Set. 2009.

GRUPO GRX BRASIL LTDA. **Avental Plumbífero Padrão. Grupo GRX Brasil**, 2010. Disponível em:

<<http://www.grx.com.br/MaisProduto.asp?Produto=412>>. Acesso em: 27 Mar. 2010.

HEALTH PHYSICS SOCIETY. **Health Physics Society**, 2009. Disponível em: <<http://hps.org/>>. Acesso em: 29 Set. 2009.

LEAD COMUNICAÇÕES LTDA. **Centro de tratamento inicia tratamento com Radioterapia 3D. Lead Comunicação**, 2008. Disponível em:

<<http://www.leadcomunicacao.com.br/noticia.aspx?catNot=18&id=299&nomeCatNot=Novidades>>. Acesso em: 14 Set. 2009.

MINAS GERAIS. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **HU inicia novos serviços de diagnóstico por imagem. Diretoria de Comunicação**, 2009. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/dircom/2009/03/16/hu-inicia-novos-servicos-de-diagnostico-por-imagem/>>. Acesso em: 27 Mar. 2010.

NOUAILHETAS, Y.; ALMEIDA, C. E. B. D.; PESTANA, S. **Apostila educativa - Radiações Ionizantes e a vida**. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro, p. 42. 2008.

ZEM EL-DINE, I. P. et al. **Como é o tratamento para radioterapia de contato ou braquiterapia? Radioterapia**, 2008. Disponível em: <<http://tecnico-radioterapia.blogspot.com/2008/07/como-o-tratamento-para-radioterapia-de.html>>. Acesso em: 14 Set. 2009.