

LABORO - EXCELÊNCIA EM PÓS-GRADUAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE DO TRABALHADOR E SEGURANÇA
DO TRABALHO

JANIO GUAPINDAIA SILVA PINHEIRO

A PROTEÇÃO INDIVIDUAL FRENTE AOS RISCOS DA EXPOSIÇÃO À
RADIAÇÃO

São Luís

2010

JANIO GUAPINDAIA SILVA PINHEIRO

**A PROTEÇÃO INDIVIDUAL FRENTE AOS RISCOS DA EXPOSIÇÃO À
RADIÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização de Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho do LABORO – Excelência e Pós Graduação/Universidade Estácio de Sá, para obtenção do título de especialista em Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho.

Orientadora: Profa Doutora Mônica Elinor Alves Gama.

São Luís

2010

Pinheiro, Janio Guapindaia Silva.

A proteção individual frente aos riscos da exposição à radiação. Janio Guapindaia Silva Pinheiro. - São Luís, 2010.

31f.

Monografia (Pós-Graduação em Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho – Curso de Especialização em Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho, LABORO - Excelência em Pós-Graduação, Universidade Estácio de Sá, 2010.

1. Radiologia. 2. Radioproteção. 3. Técnico em radiologia. I. Título.

CDU 615.849

JANIO GUAPINDAIA SILVA PINHEIRO

**A PROTEÇÃO INDIVIDUAL FRENTE AOS RISCOS DA EXPOSIÇÃO À
RADIÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização de Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho do LABORO – Excelência e Pós Graduação/Universidade Estácio de Sá, para obtenção do título de especialista em Saúde do Trabalhador e Segurança do Trabalho.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Profa. Mônica Elinor Alves Gama (Orientadora)

Doutora em Medicina

Universidade de São Paulo-USP

Profa. Rosemary Ribeiro Lindholm

Mestre em Enfermagem Pediátrica

Universidade de São Paulo-USP

RESUMO

Abordagem sobre a importância do conhecimento e entendimento dos profissionais sobre a radioproteção nos serviços de radiologia com relação à radiação ionizante e seus efeitos biológicos, assim como seus princípios fundamentais e a utilização de barreiras e meios de proteção oferecidos aos profissionais da radiologia. É fundamental que os profissionais tenham um bom conhecimento de radioproteção na área radiológica para que possa desenvolver suas atividades em segurança sem que possa oferecer riscos aos pacientes, indivíduos do público e a si próprio, assim como ao meio ambiente. Diante das considerações, fez-se uma revisão bibliográfica onde se formula a seguinte questão, o que a literatura descreve sobre a ocorrência de riscos radiológicos entre os técnicos de radiologia? Foram considerados para o estudo as publicações nacionais, periódicos indexados, impressos e virtuais específicos da área, publicados no período de 1999 a 2009, cujos dados coletados assim como a análise, fazem referência a contextualização histórica da radiologia, causas e efeitos provocados pela radiação, princípios de radioproteção, a proteção individual frente exposição da radiação e a utilização dos equipamentos de proteção individual. Baseado nos estudos verifica-se que há necessidade de implementação de treinamento e capacitação aos profissionais sobre medidas de prevenção e controle frente ao uso consciente e seguro das radiações ionizantes nos procedimentos de radiodiagnósticos.

Palavras-chave: Radiologia. Radioproteção. Técnico em radiologia.

ABSTRACT

Approach on the importance of knowledge and understanding of professionals on radioprotection in radiology services in relation to ionizing radiation and its biological effects, as well as its fundamental principles and the use of barriers and safeguards offered to professionals in Radiology. It is essential that professionals have a good knowledge of radioprotection in a radiological area for them to develop their activities in safety without being able to pose risks to patients, individuals from the public and himself as well as the environment. Considering the above, there was a literature review which formulates the question, what the literature describes the occurrence of radiological hazards among radiology technicians? Were considered to study national publications, periodicals indexed, printed and specific virtual area, published in the period 1999-2009, which collected data and analysis, refer to the historical context of Radiology, causes and effects caused by radiation, principles of radiation protection, individual protection against radiation exposure and use of personal protective equipment. Based on studies it appears that there is need to implement training and education for professionals on prevention and control against the conscious use of ionizing radiation and safe procedures in radiology.

Key-words: Radiology. Radioprotection. Radiology technician.

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA.....	11
3 OBJETIVO.....	11
4 METODOLOGIA	12
4.1 Revisão de literatura.....	12
5 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA RADIAÇÃO.....	13
6 CAUSAS E EFEITOS PROVOCADOS PELA RADIAÇÃO.....	15
6.1 Estágios das radiodermatites.....	18
7 PRINCÍPIOS DE RADIOPROTEÇÃO.....	19
8 A PROTEÇÃO INDIVIDUAL EM RELAÇÃO À EXPOSIÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE.....	21
9 UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.....	24
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O ambiente de trabalho pode expor o trabalhador a condições ambientais desfavoráveis, devido à presença dos riscos nele existente que podem comprometer sua saúde, tais como; químicos, físicos, ergonômicos e biológicos os quais causam desconforto e aumentam os riscos de acidentes o que provocam danos consideráveis.

Para os profissionais que atuam na área da radiologia é muito importante o conhecimento sobre radioproteção aos, pacientes, indivíduos públicos, meio ambiente e principalmente o próprio profissional que está sujeito aos riscos associados à radiação ionizante.

Para que o trabalho seja realizado, há de se considerar as condições oferecidas para que de fato este seja desenvolvido de forma satisfatória e abrangente como posto de trabalho, ambiente de trabalho, jornadas e turnos, assim como os fatores pessoais, condições físicas, produção, nutrição e repouso (VIEIRA, 1995).

A radiologia diagnóstica até hoje é uma ferramenta muito utilizada pela medicina. A adoção da cultura de radioproteção é a garantia da qualidade e segurança na atual circunstância, no que diz respeito à saúde do trabalhador e também o paciente. (VIEIRA, 1995).

Vieira (1995) afirma que apesar de o trabalho ter surgido junto ao homem as relações entre adoecimento e atividades laborais, passam a ser reconhecidas com pagamento de remuneração somente há cerca de 250 anos (VIEIRA, 1995).

O empregado da área da saúde no seu dia-a-dia se encarrega de tratar as doenças da comunidade e está cercado de profissionais habilitados das mais diversas especialidades e níveis funcionais. No entanto, a atenção a ele dada em Segurança e Saúde no Trabalho, está em níveis muito inferiores à oferecida ao trabalhador da indústria. (VIEIRA, 1995)

Na área da saúde, se estima que cerca de um terço dos procedimentos médicos utiliza radiações ionizantes, as aplicações médicas são a maior fonte de exposição da população dentre as fontes de radiação produzida pelo homem.

Por outro lado, médicos, técnicos, enfermeiros e outros trabalhadores da área de saúde constituem o maior grupo de profissionais ocupacionalmente expostos às fontes de radiações produzidas pelo homem (UNCEAR, 2000; IAEA, 2003).

Em radioproteção, mesmo que as práticas sejam justificáveis e os limites de doses de acordo com as observações das normas legais, o princípio básico de otimização dos procedimentos deve ser aplicado como medida legal para redução da dose.

As exposições de profissionais na área de radiologia convencional e radioterapia estão, em geral, bem controladas e em processo de redução. Entretanto, a rápida introdução de novas técnicas e procedimentos, especialmente na radiologia intervencionista, requer atenção especial devido à ocorrência de doses mais elevadas, observadas tanto para dose efetiva quanto para doses equivalentes no cristalino ou extremidades. Do mesmo modo, a exposição ocupacional na medicina nuclear tem aumentado em função da introdução de novos processos terapêuticos e da crescente utilização da tomografia por emissão de pósitrons (IAE, 2003).

A proteção contra as radiações ionizantes constitui importante aplicação da física à radiologia e traduz-se no estudo das regras do desenvolvimento e otimização dos métodos que permitem controlar a irradiação da espécie humana. Uma das suas tarefas é tornar mínimas as doses absorvidas pelos profissionais e pacientes durante o procedimento com uso da radiação ionizante, mantendo-se abaixo dos níveis considerados permitidos.

Para evitar e ou minimizar os possíveis efeitos decorrentes da radiação ionizante é exigida a correta adoção de medidas de radioproteção, e para que essas medidas sejam adotadas é necessário o conhecimento das bases físicas aplicadas à radiologia, as grandezas e unidades de radioproteção, os limites de dose, os valores de exposição e os efeitos biológicos decorrentes da exposição. (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001).

Em 1998, visando 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 uso de fontes radioativas, de vários tipos e de atividades, já se encontra largamente difundido na indústria, na medicina, no ensino, e na pesquisa em inúmeros países. No Brasil o número de instituições que utilizam materiais radioativos cresce a uma taxa média anual de cerca de 6%. Desta forma, é imperativo conhecer e aplicar os princípios básicos de radioproteção para garantir o uso seguro desses materiais (SANTOS, 2006).

O emprego das fontes radioativas possui um histórico de segurança muito satisfatório, não obstante, seja reconhecido pelas autoridades competentes em todo o mundo que o controle das fontes radioativas nem sempre é feito de maneira adequada e que sua perda quer acidental ou intencional, possa levar a exposições acidentais de trabalhadores, de pacientes, e de membros da população. Estas exposições podem provocar danos à saúde, em função, principalmente, de sua duração e região do corpo afetada (SANTOS, 2006).

Como pode ser constatada na prática, a maioria dos acidentes ocorridos no mundo envolvendo materiais radioativos ou radiações ionizantes foi causada, em última análise, por falha humana. O reconhecimento deste fato aumenta a responsabilidade de todos aqueles envolvidos direta ou indiretamente com a área de segurança, radioproteção, engenharia de segurança e medicina do trabalho. 185

Deve ser destacado que quando se trata de segurança na área de radiações, não se deve, sob qualquer alegação, menosprezar os riscos e depreciar as medidas de proteção; da mesma forma que não é necessário superestimá-los, uma vez que o perigo representado pelas atividades desenvolvidas nesta área não é maior que aquele apresentado por outras atividades cotidianas, como; atividades industriais, petroquímicas, aeronáutica, naval e etc. (SANTOS, 2006).

A otimização do controle do risco deve buscar o equilíbrio entre a padronização das práticas e a liberdade para o julgamento clínico. Isso requer a consideração da cultura da instituição e das convicções, pontos de vista, atitudes e normas dos profissionais envolvidos.

Na otimização da radioproteção se deve dar atenção à percepção do risco das radiações ionizantes pelos profissionais envolvidos, uma vez que o modo como estes percebem a utilização das radiações em termos de risco para si mesmas e para seus pacientes pode influenciar seu comportamento na execução dos

procedimentos, bem como indicar necessidades específicas de treinamento e informação (SLOVIC, 2000).

2 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é de importância social e científica, pois se justifica por seus resultados que poderão servir como alerta para os órgãos responsáveis pela saúde dos trabalhadores e aos conselhos de controle de energia nuclear, além de mostrar a importância de se evitar negligências ocorridas nos serviços de radiologia quanto às formas de proteção dos trabalhadores. Também se beneficiariam os técnicos e profissionais que trabalham nestes serviços, pois os resultados obtidos poderão alertá-los quanto ao risco a que estão sujeitos por não se protegerem ou por não dosarem suas exposições à radiação ionizante.

Considera-se viável na medida em que se tornou possível perceber em decorrência de experiências vividas pelo pesquisador, a necessidade de prevenção de doenças em trabalhadores de saúde que lidam direta e indiretamente com a radiação ionizante, assim como os usuários que utilizam deste recurso para diagnóstico médico.

3 OBJETIVO

Elaborar uma revisão de literatura sobre as medidas de proteção frente aos riscos da exposição à radiação.

4 METODOLOGIA

4.1 Revisão de Literatura

A pesquisa realizada trata-se de uma revisão de literatura. Consideram-se como referencial para estruturação da revisão os passos propostos por Castro, 2001, (CASTRO, 2001).

Formulação da pergunta: O que a literatura descreve sobre a proteção individual frente aos riscos da exposição à radiação?

Localização e seleção dos estudos: Serão considerados o estudo de publicações nacionais, internacionais, periódicos indexados, impressos e virtuais específicas da área (livros, monografias, dissertações, e artigos), sendo pesquisados ainda dados em base de dados eletrônica tais como Google Acadêmico, Biblioteca Virtual do Ministério da Saúde, Biblioteca (BIREME) e Scielo.

Período: 1999 a 2009

Coleta de dados: Serão coletados dados relativos às atividades desenvolvidas pelos Técnicos em Radiologia no âmbito da radioproteção com relação à ocorrência dos riscos radiológicos. Descritores (palavras chave): Radiação Ionizante, Proteção Radiológica; Radioproteção; Princípios de Radioproteção.

Análise e apresentação dos dados:

Contextualização histórica da Radiação;

Causas e efeitos provocados pela radiação.

Princípios de Radioproteção;

A proteção individual frente à exposição à radiação;

Utilização dos equipamentos de proteção individual.

5 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA RADIAÇÃO

Historicamente os raios x foram descobertos por Wilhelm Conrad Roentgen em 8 de novembro de 1895, professor de física da Julius-Maximilian University em Wurzburg (Alemanha).

Logo em seguida, ficou evidente que os tecidos biológicos eram afetados de maneira danosa pelas radiações ionizantes. Inicialmente, observaram-se danos na pele das mãos dos profissionais e queda de cabelo dos pacientes irradiados.

Os raios X foram utilizados também por fotógrafos, até surgirem os seus primeiros efeitos danosos e verificar-se a necessidade de estudos mais profundos sobre os raios Roentgen.

O primeiro relato associando a exposição às radiações à indução de câncer foi publicado em 1902. Logo em seguida, foi descoberto que a irradiação do tecido germinativo de plantas e animais resultava em efeitos nos descendentes.

Entretanto, também foram detectados precocemente os benefícios do uso da radiação no diagnóstico e no tratamento médico (cura de tumores).

Roentgen, ao realizar experiências com descargas elétricas em tubos com gases a baixa pressão, identificou certa luminescência em uma peça contendo platino cianeto de bário que estava situada a uma determinada distância do tubo. Essa radiação desconhecida, mas de existência comprovada, foi denominada raios X, por ser a letra x o símbolo normalmente utilizado para designar uma variável desconhecida.

A primeira evidência de que os raios X poderiam ter aplicações médicas surgiu quando Roentgen expôs a mão de sua esposa, Anna Bertha Ludwing, a eles.

Atualmente é difícil conceber que Roentgen, com os equipamentos de que dispunha, conseguisse produzir uma radiografia satisfatória da mão de sua esposa.

Os primeiros tubos de raios X possuíam correntes muito baixas e distâncias alvo-filme muito longas; conseqüentemente eram necessários tempos de exposição muito longos, (DIMENSTEIN; GHILARDI NETTO, 2005).

Após a descoberta dos raios X, tornou-se evidente que o seu uso implicava em riscos para o sistema biológico existindo a necessidade de definir a extensão dos perigos e a restrição à exposição à radiação ionizante. Assim foram criadas as

normas de radioproteção para os profissionais em atividades e todos que estão envolvidos com uso deste tipo de radiação. A filosofia de radioproteção se consolida na minimização das doses, pois, qualquer exposição, pode ser perigosa.

A utilização das radiações ionizantes proporcionou benefícios e avanços para a medicina e a ciência, mas também provocaram diversos danos aos profissionais e outros indivíduos expostos. Como toda tecnologia, as radiações trouxeram consigo os perigos inerentes e desconhecidos de toda descoberta no momento de sua implantação (BECK, 2003).

Em janeiro de 1897, T.C. Gilchrist publicou um relato de 23 casos de danos provocados pelos raios X, e em 1898 a Röntgen Society, fundada no ano anterior, constituiu um comitê para coletar dados sobre os efeitos danosos da radiação (raios X).

Naquele período apenas os efeitos imediatos eram observados, e foram necessários mais de 50 anos para que os efeitos tardios da radiação ionizante fossem detectados.

Em 1915, vinte anos após a descoberta dos raios X, a Roentgen Society publicou as primeiras recomendações de radioproteção para os trabalhadores. Foi o início da constituição da radioproteção, campo de estudo dos efeitos nocivos das radiações ionizantes (MARTIN, SUTTON, 2002).

Nos primeiros trinta anos da utilização dos raios X, muitos foram os danos causados nos profissionais que utilizavam as radiações ionizantes. No Brasil, o médico Álvaro Alvim faleceu, em 1928, após a amputação das duas mãos devido a lesões causadas pela exposição às radiações.

Em homenagem aos mortos pela exposição às radiações ionizantes e para chamar a atenção de seus efeitos nocivos à saúde, a Roentgen Society construiu, em 1936, o monumento aos mártires dos raios X e do rádio, com 169 nomes de pessoas de 15 diferentes nações. Em 1959 já eram 360 nomes, incluindo o de Marie Curie.

O risco é existente, em algumas áreas pode ele existir em maior ou menor probabilidade, ou até mesmo como um conceito sem definição, este pode ser entendido como conceito formulado para intermediar as relações entre o homem e a fonte de perigo orientando-o na decisão tomada. Assim o julgamento de valores não

depende de fatores políticos e econômicos sociais (FISCHHOFF; BOSTRUM; QUADREL, 2005; ROMERIO, 2002; BECK, 2003; SLOVIC, 2004).

Nos anos seguintes ao descobrimento das radiações ionizantes, foram muitos os avanços no processo de otimização de seu uso e produção, assim como nos estudos sobre seus efeitos no homem. A resposta do organismo de um indivíduo à radiação depende de fatores como dose recebida, características orgânicas, individuais, área irradiada e taxa de dose, entre outros. Os efeitos da radiação ionizante interagindo com as células do organismo acontecem de forma direta, danificando o DNA, proteínas, enzimas, e outros, ou de forma indireta, interagindo com o meio e assim produzindo radicais livres (NIAS, 1998).

6 CAUSAS E EFEITOS PROVOCADOS PELA RADIAÇÃO

A radiação por raios X apresenta riscos à exposição cujos efeitos são sentidos a curto e longo prazo, embora os seus efeitos variem de pessoa para pessoa, a exposição prolongada pode encurtar a expectativa de vida.

Os profissionais estão expostos à radiação enquanto trabalham com os pacientes ou diretamente com os equipamentos, a unidade de medida da dose recebida é denominada de dose equivalente, do inglês, radiation equivalente man – rem.

Desse modo a avaliação deverá ser feita com instrumentação adequada, bem como através da participação de profissionais especialmente qualificados para esse fim. No Brasil essa atividade vem sendo desenvolvida, principalmente, por físicos especializados em radioproteção (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001).

O organismo humano é composto por complexos sistemas interligados de maneira simbiótica, de modo a permitir a manutenção do seu meio ambiente interno e a auto-reprodução. Células da mesma origem e estrutura são agrupadas para formarem tecidos que originam órgãos que coletivamente funcionam para criar e controlar as condições internas necessárias para manutenção da vida (DAVIDSON et al., 2003).

Algumas células têm vida curta, dividindo-se por mitose em poucas horas, enquanto outras, como as células nervosas, não se dividem após o nascimento.

A mitose representa a produção de um cromossoma no qual estão contidas todas as informações genéticas.

Qualquer alteração na informação genética ou na mitose provocada por um agente externo como radiação, substâncias químicas, excesso de calor e outros, poderá acarretar mutação permanente ou morte celular (DICKSON et al., 2000; DAVIDSON et al., 2003).

As alterações podem ser restritas a uma célula ou a alguns tipos de células, porém com o tempo poderão afetar órgãos inteiros, sistemas de órgãos ou sistemas inter-relacionados. O dano dependerá do agente específico ao qual a célula foi exposta.

A interação da radiação com sistemas biológicos gera uma variedade de mudanças biológicas, que podem ser benignas ou malignas.

Essas alterações podem ocorrer imediatamente, ou levar gerações, para se manifestarem.

Os efeitos biológicos das radiações são divididos em dois grupos: os efeitos hereditários e os efeitos somáticos.

As radiações de efeitos hereditários são aquelas que produzem lesões nas células germinativas da pessoa irradiada as quais são transmitidas aos seus descendentes.

As radiações de efeitos somáticos produzem lesões nas células do indivíduo que foi irradiado, entretanto, essas lesões não são transmitidas hereditariamente.

A ocorrência e a severidade do evento estão relacionadas à radiação e suas características e às características biológicas do sistema atingido (LORVIDHAYA et al., 2000; DICKSON et al., 2000; YALMAN et al., 2002; DAVIDSON et al., 2003; BORRAS et al., 2004).

A radiação, ao atravessar os tecidos, causa ionização ou excitação dos tecidos e moléculas contidas nas células. Como a maior parte do corpo é formada de água, são essas moléculas que são as mais atingidas pela radiação. Esse processo é chamado de radiólise da água e gera radicais livres nos meios orgânicos. Tais radicais podem se combinar com outras moléculas e com o oxigênio dissolvido, fornecendo uma variedade de agentes potencialmente oxidantes.

A quantidade de dano biológico produzido depende da energia total depositada, ou seja, da dose de radiação.

Uma exposição do organismo à radiação ionizante pode desencadear uma série de reações, que poderão resultar na morte do organismo ou na indução de mutações em seu material genético (EIFEL et al, 2004; FERRIGNO et al 2003).

Entende-se que os acidentes com radiação têm ocorrido no mundo inteiro, desde as primeiras aplicações com radiação ionizante e energia nuclear, afetando não só trabalhadores ocupacionalmente expostos às radiações, mas também indivíduos do público.

As conseqüências desses infortúnios podem se restringir a problemas médicos, que em contrapartida, levam a gravíssimas conseqüências sociais econômicas, psicológicas e médicas de natureza nuclear e radiológicas.

As ocorrências envolvendo acidentes com radiação ionizante são pouco descritas, devido à demora e falta de comunicação ao pessoal de saúde para atendimento. Os profissionais da saúde, a grande maioria, não está familiarizada com as manifestações das radiolesões, tampouco com os sinais e sintomas da síndrome aguda das radiações. E em muitas vezes não identificam a origem de várias condições porque simplesmente não fazem anamnese ocupacional com a sua clientela, passando despercebida doenças ocupacionais decorrentes de exposição radiológica.

Ao ser contaminado ou exposto a altas doses de radiação, o indivíduo manifestará “Síndrome Aguda da Radiação” - SAR – que se caracteriza por sintomas gastrointestinais (náuseas, vômitos) queda de cabelos; sintomas neurológicos; distúrbios do comportamento; alterações hematológicas (anemia e depressão medular) e radiolesões (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001).

Há necessidade de se enfatizar a informação ao pessoal de saúde sobre os aspectos da higiene e medicina das radiações ionizantes e seus possíveis efeitos biológicos provocados pela exposição, todos devem claramente distinguir contaminação de exposição, irradiação de corpo inteiro e localizada, em abordagem diagnóstica e terapêutica totalmente distinta dessas condições, é indispensável o treinamento da equipe de saúde ocupacional de todas as unidades que manipulam

fontes radioativas abertas ou seladas, incluindo-se as unidades de saúde (VIEIRA, 1995).

É bom lembrar que as pessoas não estarão contaminadas por terem sido irradiadas, pois a contaminação interna e ou externa depende do contato direto com o elemento radioativo e não apenas da exposição externa. No entanto, todas as pessoas contaminadas terão sido irradiadas.

As radiolesões ou radiodermatites surgem em caso de contaminações externa ou exposição superficial excessiva: é o efeito da absorção das radiações pelas moléculas do organismo, semelhante a queimaduras, apresentando quadro de hiperemia, formação bolhosa área de despigmentação e hiperpigmentação e por último necrose (MORAIS, 1988).

6.1 Estágios das radiodermatites

1- Estágio físico, no qual ocorrem interações entre a radiação e a matéria viva, acarretando o aparecimento de átomos e moléculas excitadas e ionizadas. Essa fase tem duração muito curta da ordem de 10 a 17 segundos e os produtos nela formados são altamente radioativos;

2 – Estágio químico, caracterizado pela reação dos produtos surgidos durante o estágio anterior, ou por reações desses produtos com moléculas vizinhas, o que conduz a formação de produtos secundários. A duração desse estágio é variável de fração de segundos a várias horas;

3 – Estágio biológico, no qual as reações químicas, resultantes das fases anteriores, podem afetar processos fundamentais para o sistema biológico, modificando certas funções e bloqueando outras. É nesse período, cuja duração varia de algumas horas até anos, que ocorrem à morte celular, o aparecimento de mutações e as recidivas locais.

Dependendo da intensidade de penetração das partículas, as radiodermatites poderão ser superficiais ou profundas.

Caso sejam superficiais, elas provocarão apenas alterações nas camadas superficiais da pele, com resolução imediata.

Já as radiodermatites profundas normalmente atingem a derme, o tecido celular subcutâneo, músculo, vasos sanguíneos e nervos, suas características são peculiares.

Através de exames anatomopatológicos, percebem-se degenerações na rede vascular, onde ocorre, principalmente, esclerose vascular hialina. Neste aspecto, as radiodermatites diferem substancialmente das queimaduras: a oxigenação permanece prejudicada, sem o auxílio da circulação colateral.

Apesar da baixa oxigenação algumas radiodermatites cicatrizam, no entanto, há casos em que o tecido cicatricial continua a sofrer o processo de esclerose vascular, ocorrendo alterações inflamatórias inespecíficas e degeneração hialina próprias de lesões recidivantes.

Levando-se em conta a localização da fonte, são dois os tipos de radiodermatites:

Direta e indireta. As diretas surgem após a absorção de energia pelas biomoléculas; as indiretas, após a absorção de energia pelo meio, neste caso uma pessoa vítima de elevada contaminação interna pode vir a contaminar outras pessoas com as quais tenha contato (OLIVEIRA, 1989).

7 PRINCÍPIOS DE RADIOPROTEÇÃO

As normas de proteção radiológica, apesar de indicarem valores de limitação de dose, estabelecem o princípio fundamental reconhecido pelo acrônimo ALARA (As Low As Reasonable Achievable – “Tão baixo quanto possivelmente exequível”). (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001)

No Brasil as diretrizes básicas referentes à proteção radiológica estão relacionadas na norma do CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) NE-3.01 (Diretrizes Básicas de Radioproteção), que referenciam os princípios básicos de proteção radiológica.

Estes princípios estabelecem condições necessárias para que as atividades operacionais que utilizam radiações ionizantes sejam adotadas em benefício da sociedade, considerando-se a proteção dos trabalhadores, do público, do paciente e do meio ambiente.

Eles são: Justificativa, Otimização e Limitação de dose, fazem parte de documentos internacionais nos quais são estabelecidos conceitos atuais de proteção radiológica (ICRP, 1991).

- **Princípio da justificativa**

Este princípio implica que, qualquer atividade que exista ou envolva exposição à radiação ionizante, esta deva ser justificada tendo-se em conta os benefícios advindos.

Do ponto de vista médico, esse princípio aplica-se de modo que todo exame radiológico deve ser justificado individualmente, tendo em conta a necessidade da exposição e as características particulares do indivíduo envolvido.

Fica proibida toda a exposição deliberada de seres humanos às radiações ionizantes com o objetivo único de demonstração, treinamento ou outros fins que contrariem o princípio da justificativa.

- **Princípio da otimização**

Toda exposição que envolva radiação ionizante deve ser mantido o seu nível mais baixo possível.

Há necessidade de planejamento em todas as atividades com radiação ionizante, analisando-se em detalhes o que vai ser feito e como se vai fazer.

Nesta análise deve-se estabelecer medidas necessárias de proteção para se alcançar a menor dose possível de radiação sem que haja prejuízo na qualidade da imagem.

- **Princípio da limitação de dose**

As doses de radiação não devem ser superiores aos limites estabelecidos pelas normas de radioproteção de cada país.

Esse princípio aplica-se para limitação de dose nos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante para o público em geral.

O limite individual de dose para o trabalhador de área de radiações ionizantes é de 50 mSv e para o público em geral é de 1mSv/ano.

O princípio de limitação de dose não se aplica aos pacientes, pois se considera que possíveis danos causados pelo emprego de radiações ionizantes sejam ultrapassados, em muito, pelo benefício proporcionado.

8 A PROTEÇÃO INDIVIDUAL EM RELAÇÃO À EXPOSIÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

Compreende-se que a proteção radiológica dos trabalhadores expostos à radiação ionizante é essencial para minimizar o surgimento de efeitos deletérios das radiações, as formas de redução da exposição dos trabalhadores as radiações ionizantes são; tempo, distância e blindagem (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001; BIRAL, 2002).

- **Tempo de exposição**

A redução do tempo de exposição ao mínimo possível para determinada técnica de exame, 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 dos profissionais técnicos em radiologia.

Em procedimentos de fluoroscopia, os parâmetros são ajustados automaticamente pelo equipamento; portanto, o operador pode controlar o tempo de exposição do feixe de raios X.

Nestes procedimentos lidamos com valores baixos de corrente, porém, os tempos de exposição são em geral longos.

O uso otimizado da escopia pode reduzir a dose de radiação mantendo a última imagem obtida da estrutura anatômica no monitor para minimizar exposições adicionais, ou ligar e desligar o feixe de raios X sem que se perca a informação necessária para o diagnóstico.

- **Distância da fonte**

A distância adequada mantida entre o indivíduo e a fonte, além de constituir em muitos casos uma medida de proteção eficaz, é a mais simples de ser aplicada.

Quanto maior for a distância da fonte de radiação, menor será a intensidade do feixe, a intensidade de radiação é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre o ponto e a fonte.

- **Blindagem**

Esta medida de controle baseia-se no uso de barreiras adequadas constituídas de materiais que tenham a capacidade de absorver radiações ionizantes.

A determinação da espessura, bem como escolha do material ou materiais que deve constituir a blindagem é de fundamental importância na obtenção de um sistema de radioproteção eficaz, e, portanto devem ser efetuados criteriosamente.

Os protetores podem ser constituídos com lâminas de chumbo ou serem flexíveis, quando confeccionados em borracha enriquecida com chumbo quando se tratar de barreiras individuais como equipamentos de proteção individual.

- **Blindagem individual**

Os equipamentos de proteção individual são obrigatórios nos serviços de radiologia, conforme normas da Secretaria de Vigilância Sanitária - MS, de acordo com a portaria 453 da ANVISA. Dentre os equipamentos pode-se citar: óculos plumbíferos, protetor de tireóide, dosímetros TLD, avental plumbífero, saia plumbífero, estes confeccionados com lâminas de chumbo flexíveis, quando confeccionados com lâminas de borracha enriquecida com chumbo a espessura destes equipamentos de proteção pode haver uma variação de 0,25 a 0,5 mm de chumbo de acordo com a necessidade de radioproteção.

O chumbo (Pb), é o elemento mais utilizado em barreira de radioproteção, por sua densidade (11,35 g/cm³) e elevado número atômico $z = 82$.

Os aventais de 0.5 mm são altamente eficazes para baixas energias e permitem passar apenas 0,32% da radiação para uma faixa de 70 Kvp e 3,2% para 100 Kvp, a legislação determina que o dosímetro seja utilizado por cima do avental.

Os aventais de plumbíferos possuem um peso que também pode variar de 2,5 Kg a 7 Kg, devido ao peso os profissionais que utilizam estes equipamentos por muito tempo devem redistribuir o peso com a utilização de cintos adequados e existentes no equipamento.

A também a necessidade de proteger o paciente com acessórios adequados e disponíveis como protetor de gônadas para os que estejam em idade reprodutiva, se a região das gônadas não estiver próxima a feixe primário de radiação para que não exista interferência na imagem, o uso deste tipo de equipamento em pacientes que se realizam exames radiológicos como raios X, é uma forma eficaz e de baixo custo de proteção.

▪ **Blindagem de áreas**

As barreiras de radioproteção são inicialmente calculadas para uma exposição de feixe de radiação primária, radiação espalhada, e radiação de fuga.

As salas de raios x devem ser revestidas, blindadas com chumbo (11,35 g/cm³) ou equivalente em barita.

O piso, a laje do teto, estes devem ser construídos em concreto (2,2 g/cm³), pois, este material também deve ser considerado como blindagem dependendo da sua espessura, tipo de concreto (vazado ou não), distância da fonte, geometria do feixe e fator de ocupação das áreas acima e abaixo da sala de raios x.

O uso da massa baritada relacionada com o revestimento de chumbo, está condicionada à redução dos custos.

As paredes e portas dos locais onde contenha, equipamentos geradores de radiação ionizante devem ser revestidas adequadamente, além de conterem indicadores luminosos instalados nos locais de acesso a áreas sujeitas à radiação ionizante onde devem informar se os equipamentos estão em uso ou não.

Os equipamentos de radiação ionizante devem ser desligados automaticamente através de dispositivo caso ocorra abertura acidental da porta de acesso à área de exames quando estiver em funcionamento, equipamento ligado.

Depois de decorrido o tempo de exposição pré selecionado, o equipamento deve desligar automaticamente.

Nenhuma pessoa além do paciente deve ficar na sala de exames, esta deverá possuir formas de abertura pelo lado de interno, as salas devem dispor de meios de comunicação visual e oral com o paciente.

Os vidros empregados devem ser do tipo plumbífero, alarmes sonoros e visuais devem ser acionados sempre que as doses de radiação prevista forem ultrapassadas principalmente em áreas que utilizam radio-isótopos ou fontes de radioterapia.

9 UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Equipamentos de proteção individual são utilizados de forma a proteger o trabalhador de possíveis riscos e ameaças oferecidos no período em que é desenvolvida uma atividade, o EPI é constituído de acessórios e dispositivos de forma a proteger quem o utiliza.

Seu uso deve ser feito sempre que possível para que se possa eliminar os riscos do ambiente de trabalho, os profissionais devem utilizar no mínimo um monitor individual de radiação, ocupar sempre posição onde possa fazer contato tanto visual quanto sonoro com o paciente de forma que possa vê-lo, e está protegido das radiações, seja através de barreira fixa, ou pelo uso de EPI.

A intensidade da radiação recebida pelos profissionais é medida com o uso dos monitores individuais, os quais têm um papel importante na antecipação de doenças ou exposições ocupacionais à radiação e às empregadas em diagnósticos de doenças (MATHER & BALDOCK, 2003).

Os monitores são hoje utilizados pelos profissionais no local de trabalho e ali permanecem, entretanto, os profissionais da radiologia que prestam serviços a mais de um estabelecimento, ao final de uma jornada de trabalho, não acumula nos monitores a radiação percebida pelos seus corpos como um todo (BRASIL, 2002).

No caso de manipulação de material radioativo, devem-se utilizar pinças específicas, luvas impermeáveis e avental, este profissional deve estar sempre com o monitor individual na parte do corpo mais exposta à radiação. Quando no uso do avental o monitor individual deve ser colocado na parte anterior, por cima do equipamento na região do tórax (BRASIL, 1996).

Os procedimentos de radioproteção têm como seu principal objetivo a proteção do homem dos efeitos nocivos oferecidos pela radiação ionizante para que se possa fazer uso dos benefícios da radiação com segurança (MILLER, 1996) .

A proteção dos profissionais, pacientes, e indivíduos do público, se faz necessária em todos os momentos que estiverem expostos às radiações ionizantes, desde que não influenciem nos resultados dos procedimentos (DIMENSTEIN; HORNOS, 2001; BIRAL, 2002).

Os equipamentos de proteção individual usados em radioproteção são: Óculos plumbíferos, Protetor de tireóide, Avental plumbífero, Conjunto de saia e blusa, Luvas plumbíferas, Sobretudo de proteção tipo leve, Protetor abdominal para paciente, Mangas, Proteção para membros inferiores, Protetor de gônadas para pacientes masculinos, anteparos móveis de proteção, Assento móvel com espaldar.

Os equipamentos de proteção coletiva usados em radioproteção são: Visor plumbífero, Monitor de radiação padrão, este mede a radiação do setor e não pode ser utilizado por nenhum profissional e nem ser retirado do local de referência, Argamassa baritada para revestimento, Visor de raios secundários, Portas com revestimento de chumbo, Biombo móvel, Tijolos prismáticos, Lençol de chumbo em L, Caixa de rejeitos, e Carrinho de transporte de rejeitos, BRASIL, 2002.

O uso dos EPI's e EPC's é um direito e, ao mesmo tempo dever dos profissionais, muitos não o utilizam principalmente pelo fato de não existirem nos locais de trabalho, e um dos motivos comumente encontrados para esta resistência ao uso é também a falta de hábito, o desconforto, o calor e além de tudo o custo. (DELGADO & PAUMGARTTEN, 2004).

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radioproteção tem como finalidade principal fornecer condições básicas de segurança para todas as atividades que façam uso das radiações ionizantes que devem ser observadas dentro do desenvolvimento das atividades profissionais.

A presente revisão faz relatos históricos desde a descoberta das radiações em 1895, e as primeiras descrições dos efeitos biológicos provocados pelo uso da radiação sobre indução do câncer em 1902.

Através dessa descoberta fez-se necessário a elaboração métodos de radioproteção na utilização da radiação nos ambientes com rotina de radiodiagnóstico para os serviços de radiologia.

A cada profissional que tenha conhecimento do assunto, é fundamental que adote a rotina de multiplicação da informação principalmente aos que não tem conhecimento do mesmo obedecendo às normas e diretrizes básicas de radioproteção da comissão nacional de energia nuclear, CNEN NE 3.01, assim como as diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, portaria nº 453, da Secretaria de Vigilância Sanitária - Ministério da Saúde.

Através deste trabalho houve a possibilidade de reflexão sobre a prática da prevenção e controle dos riscos existentes durante execução de exames radiológicos entre os profissionais técnicos em radiologia que asseguram a sua proteção. O setor tem grande carência em investimento na educação, com objetivo de capacitar e atualizar o profissional, entender esta realidade e as dificuldades dos profissionais por meios que possam obter a melhor maneira para prestação de um serviço de qualidade. Este é um constante desafio.

A otimização do controle de risco, deve buscar a atenção e percepção da padronização das práticas e a liberdade do profissional, isso requer a consideração da cultura da instituição, atitudes e normas dos profissionais envolvidos. O trabalho do profissional em radiologia envolve muitos riscos, este convive constantemente com o perigo radioativo

A distribuição e responsabilidade de se oferecer os equipamentos de proteção individual para os profissionais são da instituição, assim se faz necessária a

fiscalização e avaliação constante do uso dos equipamentos conforme o que determinam as normas de radioproteção e a lei.

Assim há a necessidade de planejamento e implementação de programas de educação em medidas de prevenção e controle por meio de fiscalização pelas autoridades e conselhos competentes.

REFERÊNCIAS

BECK ULRICH. **World risk society**. Cambridge: Polity Press, 2003.

BIRAL, Antônio Renato. **Radiações ionizantes para médicos físicos e leigos**. Florianópolis: Insular, 2002.

BISAGNI, C.; MOURA, J.F.P.; MAURO, M.Y.C. Risco de radiação ionizante em trabalhadores na unidade de radiologia. 2005. Disponível em: <http://www.alass.org/fr/calass00-74htm>. Acesso em: 1 jun. 2010.

BORRAS, C. et al. Clinical effects in a cohort of cancer patients overexposed during external beam pelvic radiotherapy. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, v 59, n. 2 p. 538-550, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 453. Estabelece as diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02. jun. 1998. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis/portarias/453_98. Acesso em: 1 jun. 2010.

_____. Ministério das Minas e Energia. Resolução nº 10/96. Estabelece os requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 abr. 1996. Disponível em: www.cnen.gov.br/. Acesso em: 13 jul. 2010.

_____. Ministério das Minas e Energia. Resolução nº. 27. Estabelece as Diretrizes básicas de proteção radiológica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jan. 2005. Disponível em: www.cnen.gov.br/. Acesso em: 13 jul. 2010.

_____. Instituto de Pesquisa de Energia Nuclear. Diretoria de Segurança Nuclear. **Noções básicas de proteção radiológica**. Rio de Janeiro, 2002.

CASTRO, A.A. Formulação da pesquisa. In: CASTRO, A. A. **Revisão sistemática com e sem metanálise**. São Paulo: AAC, 2001. Disponível em: <http://www.metodologia.org>. Acesso em: 7 ago. 2009.

CLINICA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES. Conduta terapêutica. **Revisão**, Rio de Janeiro, p. 27, set. 1986.

DAVIDSON. E. et. al. Assessment of morbidity in carcinomas of the cervix: a comparison of the Lent-Soma scales and the Franco Italian Glossary. **Radiother. Oncol.**, v. 69, n. 2, p. 195-200, 2003.

_____. The impact of radiotherapy for carcinoma of the cervix on sexual function assessed using the Lent-Soma scales. **Radiother. Oncol.**, v. 68, n. 3, p. 241-247, 2003.

DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do município de paty de alferes, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.20, n.1, p.180-186, 2004.

DICKSON. J. et. al. Pretreatment plasma TGF Beta 1 levels are prognostic for survival but not the cervix. **Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.**, v. 48, n. 4, p. 991-995, 2000.

DIMESNTEIN, Renato; HORNOS, Yvone M. Mascarenhas. **Manual de proteção radiológica aplicada ao radiodiagnóstico**. 3. ed. rev. São Paulo: SENAC, 2001. (Série Apontamentos).

_____. GHILARDI NETTO, Thomas Bases físicas e tecnológicas aplicadas aos raios X. 2. ed. rev. São Paulo: SENAC, 2005.(Série Apontamentos).

EIFEL, P.J. et al. Pelvic irradiation with concurrent chemotherapy versus pelvic and para-aortic irradiation for high-risk cervical cancer: an update of radiation therapy oncology group trial (RTOG) 90-01. **J. Clin. Oncol.**, v. 22, n. 5, p. 872-880, 2004.

FERRIGNO, R. et. al. Radiotherapy alone in the treatment of uterine cervix cancer with telecobalto and low-dose-rate brachytherapy: retrospective analysis of results and variables. **Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.**, v. 55, n. 3, p. 695-706, 2003.

FISCHHOFF, Baruch; BOSTRUM, Ann; QUADREL, Marilyn Jacobs. Risk perception and communication. In: DETELS, R.; MCEWEN, J.; OMENN, G. (ed). **Oxford textbook of public health**. 4. ed. Oxford: University Press, 2005.

IAEA. Occupational radiation protection: protecting workers against exposure to ionizing radiation. In: PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL CONFERENCE, Geneva, p. 26-30, aug. 2003, Viena.

SCOTT, James A. **ICRP Publication 60. 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection**. New York: Pergamon Press, 1991. 201 p.

LIMA, J.P. Física das radiações e proteção contra as radiações ionizantes. In: PISCO, J.M.; SOUZA, L.A. (Ed.) **Noções fundamentais de imagiologia**. Lisboa: Lidel, 1998. p. 5-15.

LORVIDHAYA, V. et al. High-dose-rate after loading brachytherapy in carcinoma of the cervix: an experience of 1992 patients. **Int. J. Radiant. Oncol. Biol. Phys.**, v. 46, n. 5, p. 1185-1191, 2000.

MARTIN, Colin J.; SUTTON, David G. **Practical radiation protection in health care**. London: Oxford University Press. 2002.

MATHER, M. L.; BALDOCK, C. Ultrassond tomography imaging of radiation dose distributions in polymer gel dosimeters: preliminary study. **Med. Phys.**, v. 30, n.8, p.2140-2148, 2003.

MILLER, A. Dosimetry for radiation processing. **Int. J. Rad. Appl. And Inst.**, v. 28, p. 521-529, 1986.

NAVARRO, M. et al. Qualidade em radiodiagnóstico médico e odontológico: a importância da portaria MS 453/98. **Revista E.T.C.**, n. 2, 2000.

NIAS, A.H.W. **An introduction to radiobiology**, ed. 2. West Sussex: John Wiley & Sons, 1998.

OLIVEIRA, Alexandre RMD et alli. The 1987 Radiation Accident in Goiânia. Medical and Organizational Experiences. December, 1989. p.36.

OLIVEIRA, Alexander R.M.D. et. al. The 1978 Radiation Accident in Gioânia. **Medical and Organizational Experiences**, p. 27, dez. 1986.

QUINTELA DE BRITO, J. **Subsídios para a história da proteção contra as radiações e historial da Sociedade Portuguesa de Proteção Contra as Radiações**. Disponível em: <http://www.sppcr.online.pt>. Acesso em: 1 jun. 2010.

VALVERDE, N. J. de L.; LUCENA, C. H. de; BRIGLIAN, A. R. de Oliveira. Uma exposição acidental aos raios X de um difratômetro. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 46, n. 1, jan./ mar. 2000.

ROMÉRIO, F. Wich paradigm form managing the risk of ionizing radiation. **Risk Analysis**, New York, v. 22, n.1, p. 59-66, 2002.

SANTOS, Raul dos. Proteção Radiológica na Utilização de Materiais Radioativos em Laboratórios de Pesquisa na Área Biomédica. In: MARTINS, E.V.; SILVA, F.A.L.; LOPES, M.C.M. (org). **Biossegurança**: informação e conceitos: textos básicos. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006. cap. 8. p. 157-171.

MORAIS, Maria do Socorro A. et al. O Acidente radioativo de Goiânia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O ACIDENTE RADIOATIVO COM O CÉSIO 137 EM GOIÂNIA, 1.; 1988, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Fundação Leide das Neves Ferreira, p. 28-29, 1988.

SLOVIC, P. **The perception of risk**. London: Earthscan Publications, 2000. 473 p.

UNSCEAR. **Sources and effects of ionizing radiation**: report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. 2000. v. 1. Disponível em: <http://www.unscear.org/pdf/files/gareport.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2010.

VIEIRA, Sebastião I. **Medicina básica do trabalho**. Curitiba: Gênese, 1995. 577 p. v. 2.

YALMAN, D. et al. Evaluation of morbidity after external radiotherapy and intracavitary brachytherapy in 771 patients with carcinoma of the uterine cervix or endometrium. **J. Gynecol. Oncol.**, v. 23, n. 1, p. 58-62, 2002.