Proteção Radiológica em radiodiagnóstico

Luciano Santa Rita Oliveira

Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Tecnólogo em radiologia

www.lucianosantarita.pro.br

Sumário

- Parte I: Príncipios e grandezas de proteção radiológica
- Parte II: Efeitos biológicos das radiações
- Parte III: Métodos de redução da exposição às radiações e legislação

Sumário – parte 1

- Objetivo
- Fontes naturais e artificiais de exposição
- Princípios fundamentais de proteção radiológica
- Grandezas radiológicas e unidades

O que é Proteção Radiológia ?

?

Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Objetivo

- Fornecer um padrão apropriado de proteção para o homem sem limitar os inegáveis benefícios das aplicações das radiações ionizantes.
- Glossário CNEN:
  - conjunto de medidas que visam a proteger o ser humano contra possíveis efeitos indesejáveis causados pela radiação ionizante

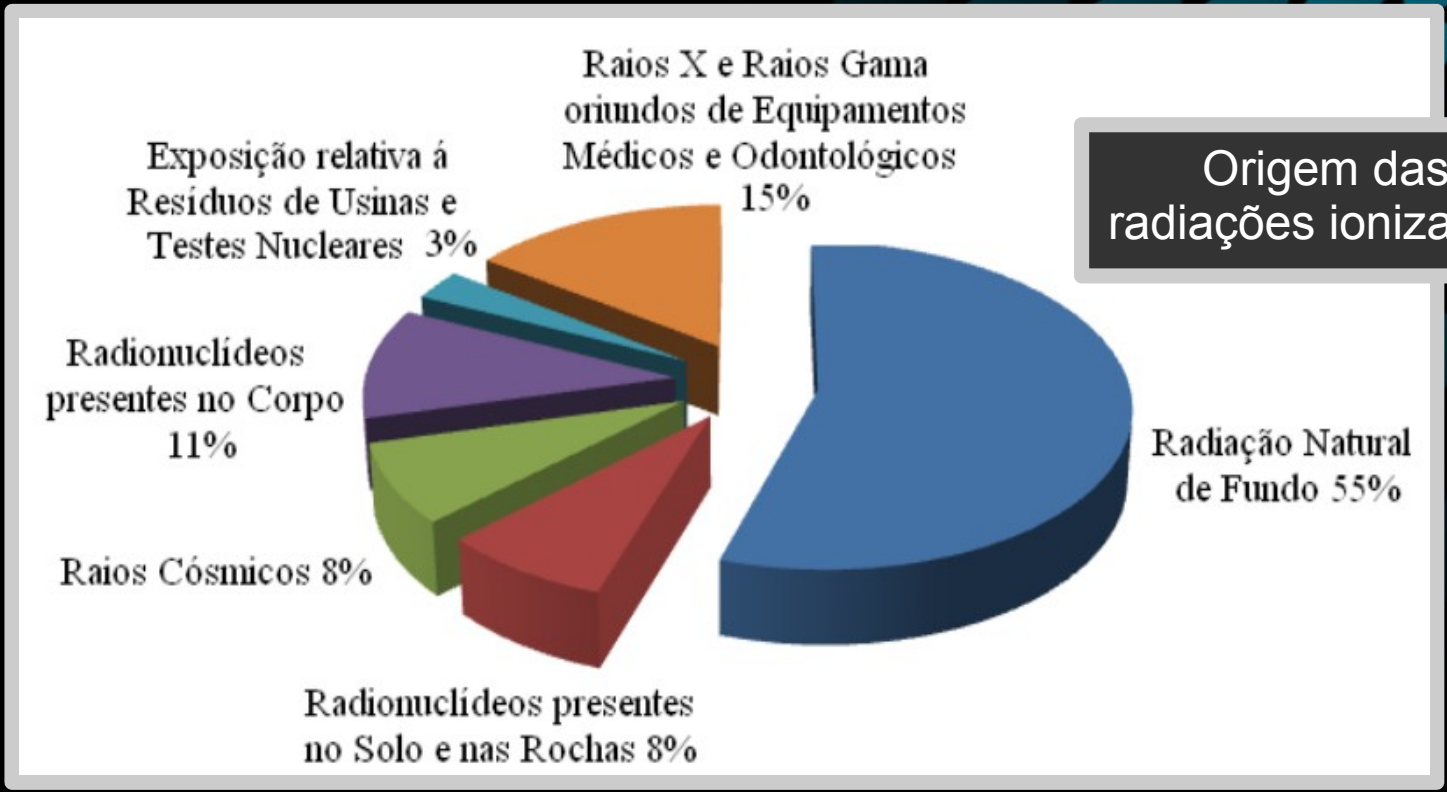
Fontes de radiação ionizante

- Definição
  - Equipamento ou material que emite ou é capaz de emitir radiação ionizante ou de liberar substâncias ou materiais radioativos. (CNEN, 2012)
- Fontes Naturais
  - Materiais existentes em nosso meio ambiente capaz de emitir, naturalmente radiação ionizante.
- Fontes Artificiais
  - Equipamento ou material, criado ou modificado pelo homem, capaz de emitir radiação ionizante.

Informações importantes

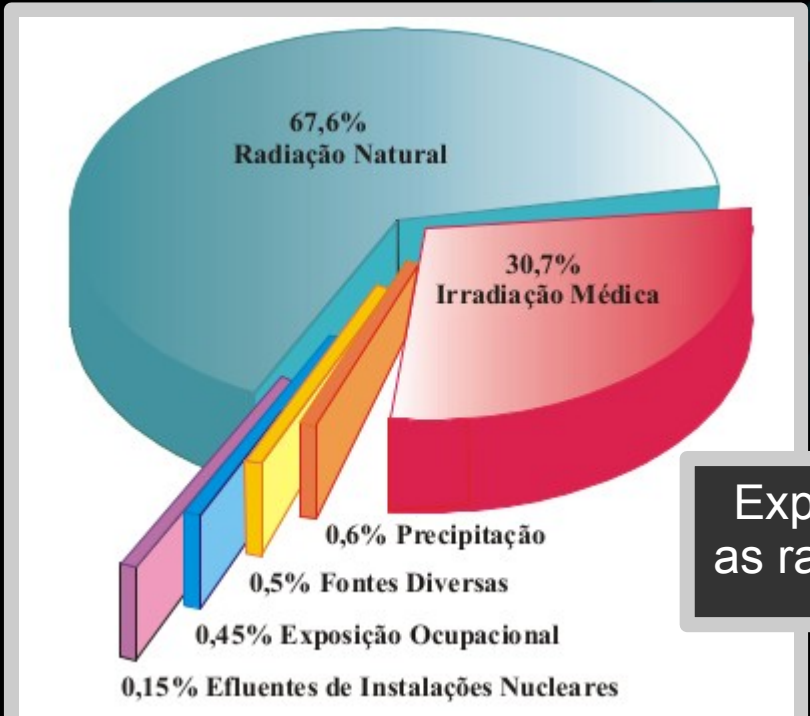
- A radiação ionizante e as substâncias radioativas sempre estiveram presentes no ambiente da Terra e, portanto, os riscos associados à exposição *não podem ser eliminados mas somente limitados*.
- O uso de fontes de radiação e técnicas nucleares traz *benefícios* que de outra forma não poderiam, ou dificilmente poderiam, ser conseguidos.
- Deve-se sempre ponderar, se os *benefícios* compensam os *riscos envolvidos*.
- A condição para usufruir destes benefícios é a sociedade *compreender e aceitar os riscos correspondentes*. Estes riscos devem ser limitados a valores considerados aceitáveis.

Fontes de radiação ionizante



Origem das radiações ionizantes

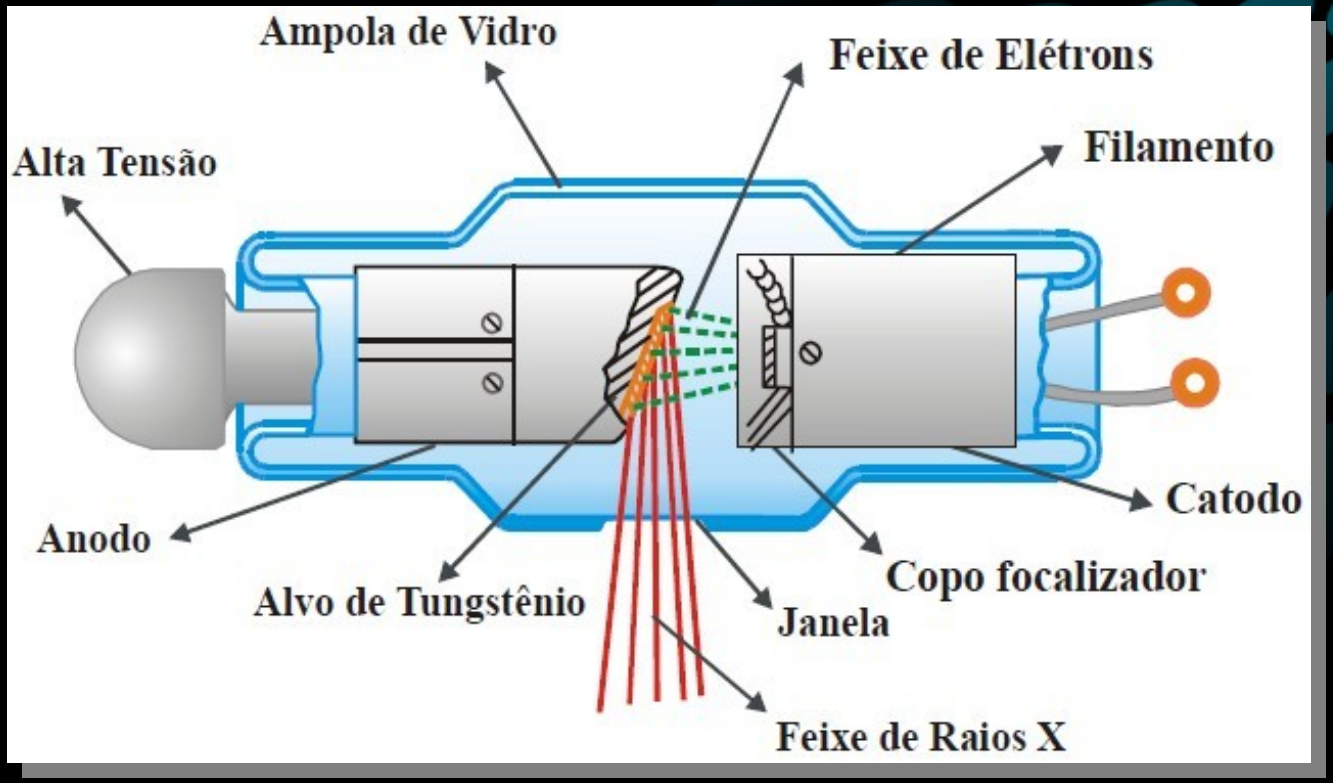
Fontes de radiação ionizante



Exposição do homem as radiações ionizantes

Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Radiação ionizante usada em radiodiagnóstico



Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Informação importante

Exposição ocupacional

Todas as exposições ocorridas durante a jornada de trabalho

Pode e deve ser mantida sob controle.

IOE

Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Grandezas radiológicas e unidades

- Como quantificamos radiação ionizante ?
  - A *dose efetiva* média anual não deve exceder 20 mSv.
  - A dose na superfície do abdome grávido não deve exceder 2 mSv durante todo o período da gravidez.
  - A dose média em cortes múltiplos para crânio é de 50 mGy (medido em um fantoma de 15x16 cm)

(Portaria 453/98)

- O que isto quer dizer ?

Grandezas radiológicas e unidades

- A partir do conhecimento de que as radiações têm capacidade para destruir tumores (uso terapêutico), serem usadas na produção de imagens (uso diagnóstico), teve-se a necessidade de especificá-las e medí-las. As grandezas com maior relevância para proteção radiológica no radiodiagnóstico são:
  - Dose Absorvida (D)
  - Dose Equivalente (H_T)
  - Dose Efetiva (E)
  - Dose Individual (H_x)

$$D = \frac{dE}{dm} [J/kg \; ou \; Gy]$$

$$H_T = \sum w_R . D[Sv]$$

$$E = \sum w_R . D[Sv]$$

Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Principios fundamentais de proteção radiológica

- Justificação da prática e exposições médicas
- Otimização da proteção radiológica
- Limitação de doses individuais

Justificação da prática e exposições médicas

- A exposição médica deve resultar em benefício real para a saúde do indivíduo e/ou para a sociedade, tendo sido considerada a eficácia de técnicas alternativas disponíveis que não envolvam o uso de radiações ionizantes;
- A responsabilidade pelo princípio da justificação no radiodiagnóstico é de um médico ou odontólogo.
  - Ex.: Realização de *mamografia* (emissão de raios X) ou *ultrassonografia* da mama para obter uma informação diagnóstica.

Otimização da proteção radiológica

- Estabelece que as práticas devem ser planejadas, implantadas e executadas de modo que a magnitude das doses individuais, pessoas expostas e exposições acidentais sejam tão baixas quanto razoavelmente exeqüíveis (Princípio ALARA).
  - Ex.: Adequação da técnica radiológica buscando redução de dose de radiação, alcançando uma imagem com qualidade diagnóstica.

Limitação de doses individuais

- São valores de dose efetiva ou equivalente, estabelecidos para exposição ocupacional e do público decorrentes de práticas autorizadas.
- A *dose efetiva anual* média não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano.
- Valores de nível de referência para controle de dose ocupacional de um serviço radiológico são aplicados em programas de monitoração invidual, visando garantir que os limites de doses individuais sejam respeitados.

Dúvidas e perguntas

I. Qual o objetivo da proteção radiológica?

II. Quais os Princípios básicos de proteção radiológica?

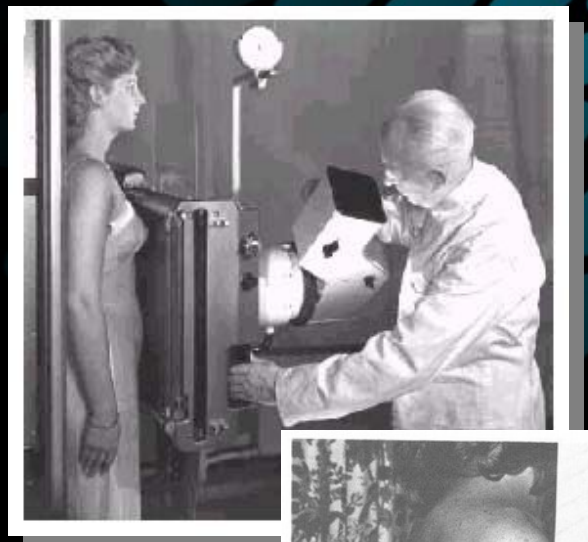
III. Qual fonte artificial de radiação mais influencia na dose da população?

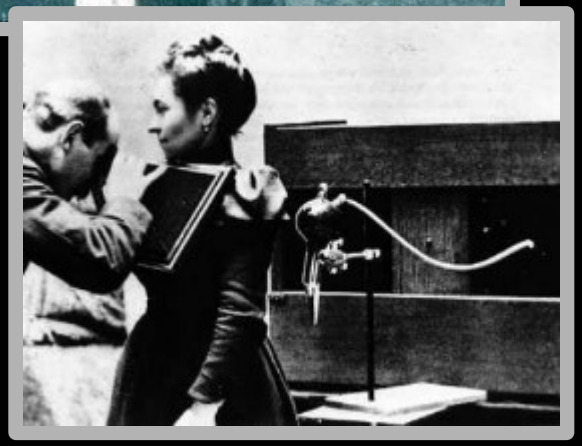
IV. Qual a diferença entre dose absorvida, equivalente e efetiva?

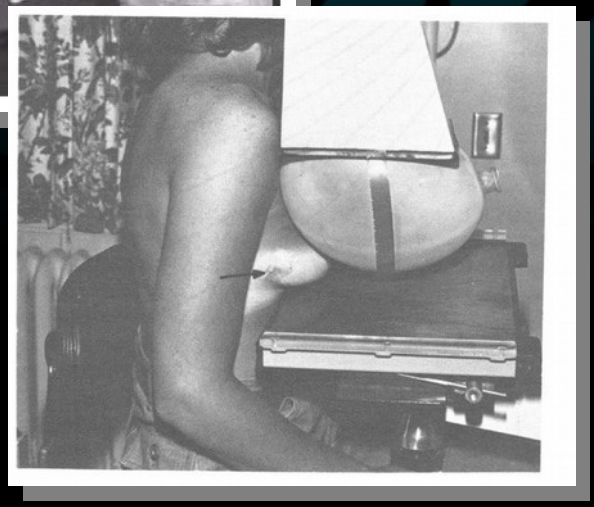
Sumário – parte II

- Efeitos biológicos das radiações
  - Histórico
  - Tipos de radiação e seus efeitos
  - Contaminação vs irradiação
  - Interação das radiações com as células
  - Mecanismo de dano biológico
  - Classificação dos efeitos biológicos radioinduzidos
  - Níveis de referência de dose
  - Dúvidas e perguntas

Histórico dos efeitos biológicos







Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Histórico dos efeitos biológicos

- Século XVI – Primeiras referências de efeitos danosos no homem – Câncer de pulmão em trabalhadores de minas subterrâneas na Alemanha. 400 anos antes da descoberta da radioatividade;
- 1895 – Descoberta dos raio-X (Roentgen) e casal Curie trabalhava com as radiações provenientes do Rádio;
- 1900 – Casos de lesão por raios-X foram relatados na literatura. Pierre Curie descreve as lesões no antebraço de Marie Curie;
- 1902 – Primeiro caso de indução de câncer por radiação ionizante relatado na literatura;
- 1903 – Provou-se que a radiação ionizante produzia variação na composição sanguínea;
- 1910 – Relatos de câncer de pele em pessoas constantemente expostas ao raio-X;

Histórico dos efeitos biológicos

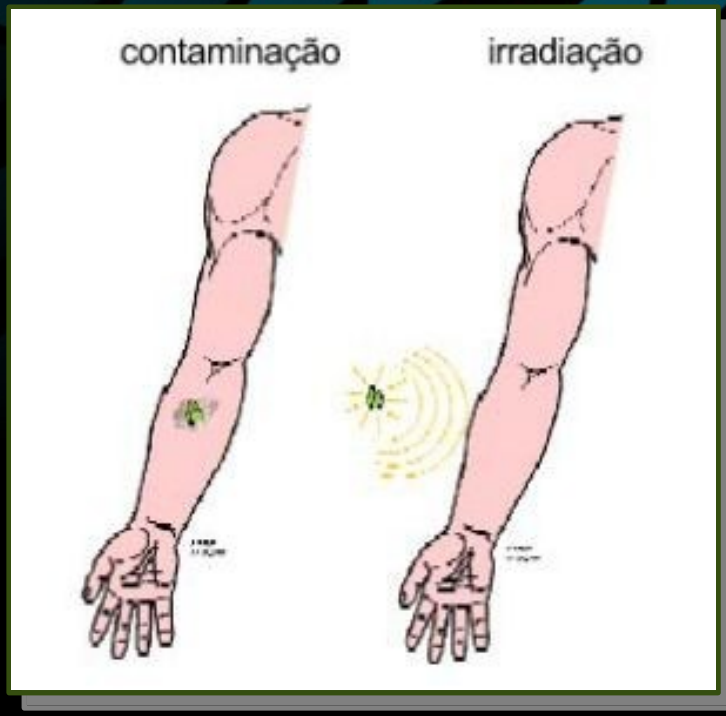
- 1920 – O rádio foi usado para tratamento das mais diferentes doenças, tais como artrite, gota, ciática, nevralgia, sífilis etc;
- 1922 – Aproximadamente 100 médicos haviam morrido devido do uso indiscriminado do raio-X;
- 1929 – Associação Médica Americana anunciou que soluções de rádio não podiam ser aceitas como agentes terapêuticos;
- 1945 – Explosões atômicas de Hiroshima e Nagasaki;
- 1986 – Acidente nuclear de Chernobyl;
- 1987 – Acidente radioativo de Goiânia;
- 2011 – Acidente nuclear de Fukushima.

Tipos de radiação e seus efeitos

- Radiação alfa
  - Utilizada em sensores (detector de fumaça e para-raio radioativo) e presente em fontes utilizadas na industria de petróleo.
- Radiação beta
  - Utilizada em aplicações terapeuticas da tireóide e pele e em medidores nucleares na industria
- Radiação gama
  - Utilizada em radioterapia, medicina nuclear e indústria em medidores nucleares e gamagrafia
- Raios X
  - Utilizada em radiodiagnóstico, radioterapia e indústria.

Contaminação vs irradiação

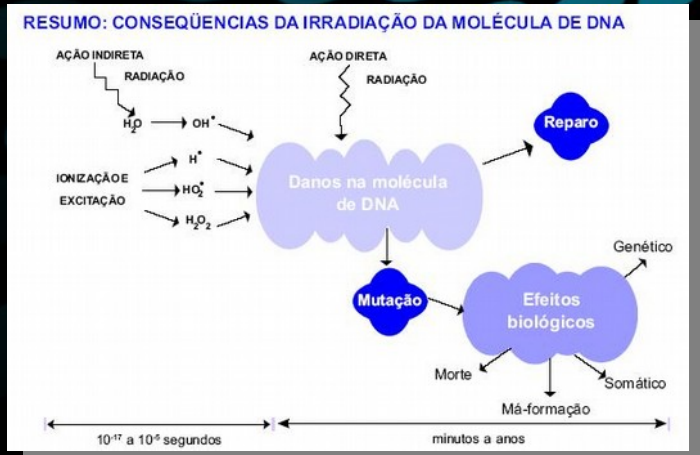
- A contaminação se caracteriza pela presença de um material radioativo em contato com objeto ou corpo.
- A irradiação é a exposição de um objeto ou de um corpo à radiação. Pode haver irradiação sem existir contaminação.

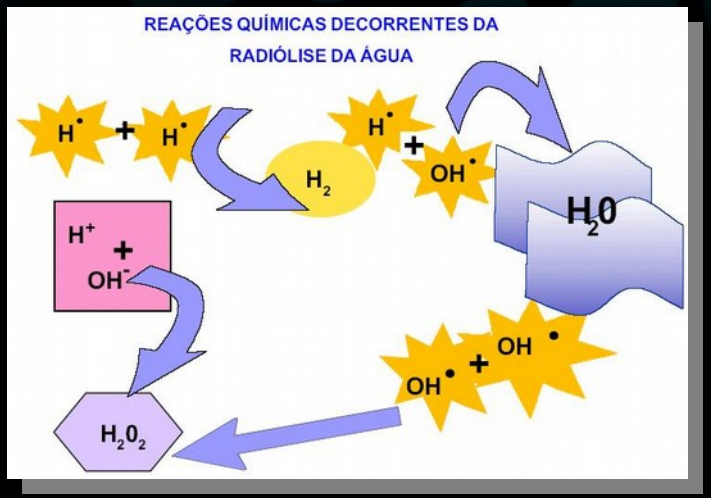


Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Interação das radiações com as células

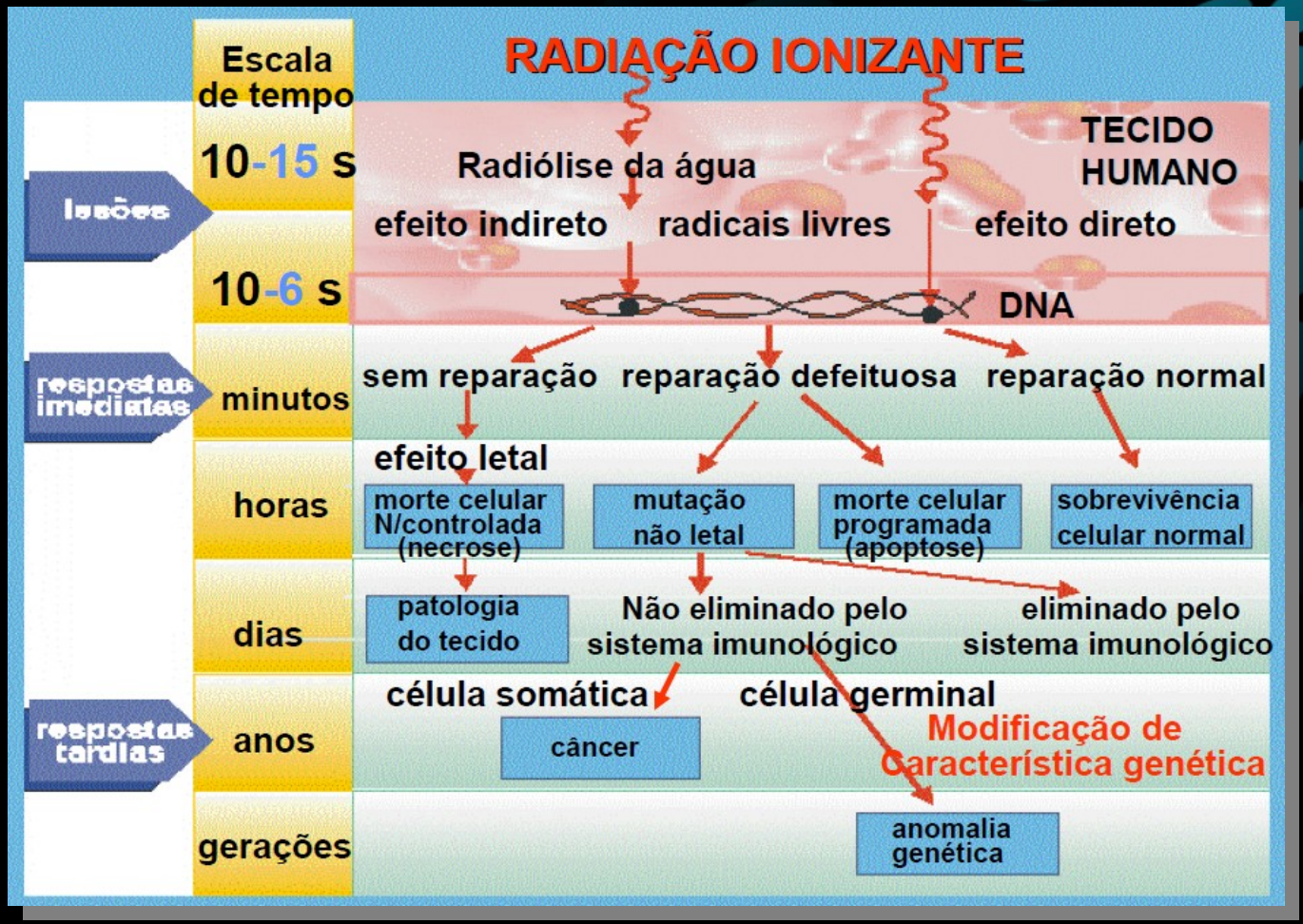
- Mecanismo direto – a radiação age diretamente sobre uma molécula importante como a de DNA, danificando o material genético.
- Mecanismo indireto – ocorre radiolise das moléculas de água (H_2O) produzindo radicais livres OH^- e H^+ gerando H_2O_2 que irão produzir dano biológico





Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Interação das radiações com as células



Mecanismo de dano biológico

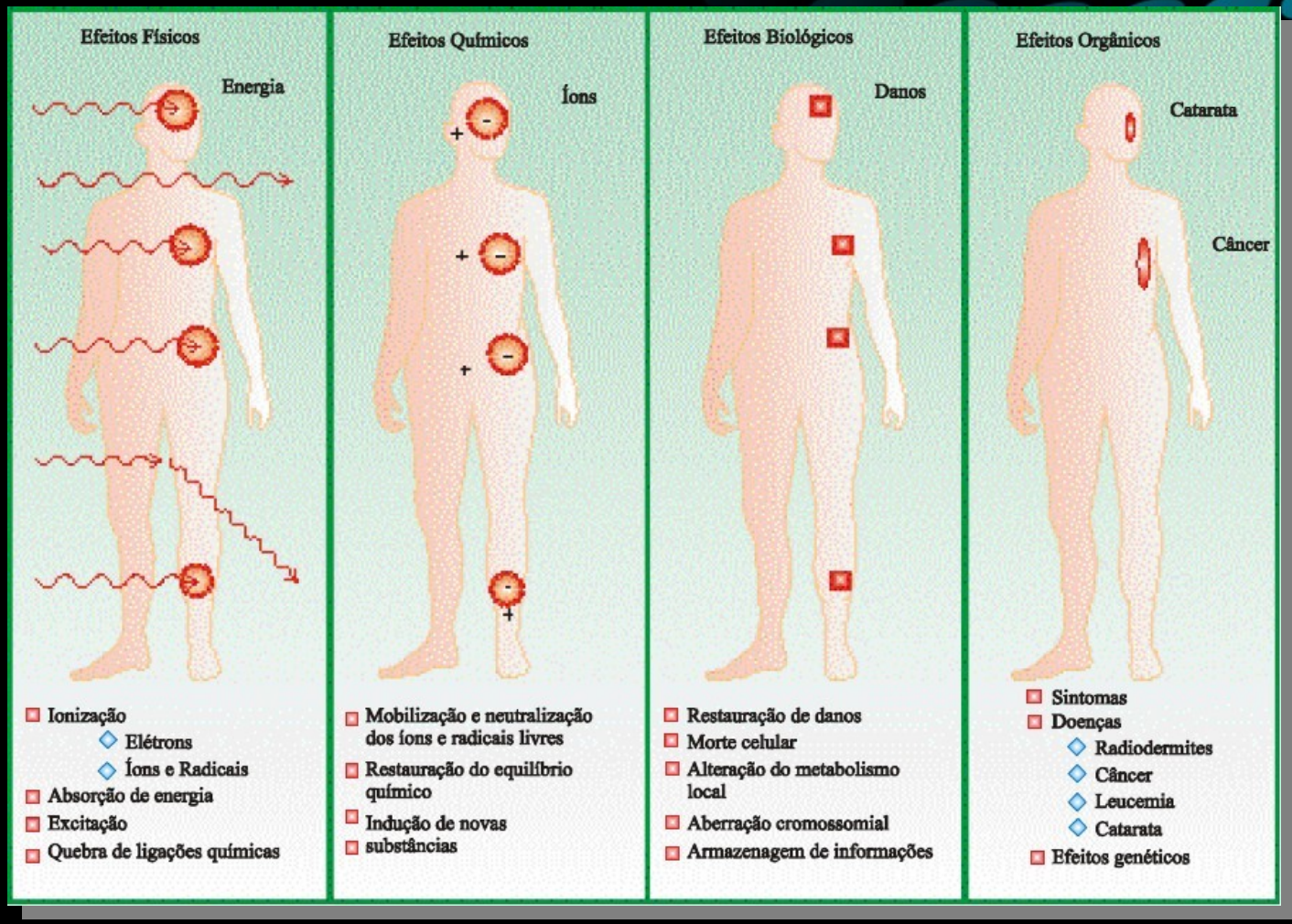
- A série de reações causadas pelas radiações ionizantes pode ser descrita como acontecendo em QUATRO ETAPAS.
  - Na PRIMEIRA (fase físico) ocorre o da ionização e da excitação de átomos do corpo humano com a absorção de energia da radiação. Sua duração é extremamente curta.

    Na SEGUNDA (fase químico) consiste na ruptura de ligações químicas nas moléculas e formação de radicais livres.

    Na TERCEIRA (fase biológico) consiste na resposta natural do organismo a um agente agressor e não constituem necessariamente, em doença. Ex : redução de leucócitos. Sua duração é variável, desde horas até anos.

    Na QUARTA (fase orgânico) são as doenças. Representam a incapacidade de recuperação do organismo devido à freqüência ou quantidade dos efeitos biológicos. Ex : catarata, radiodermite, leucemia, câncer.

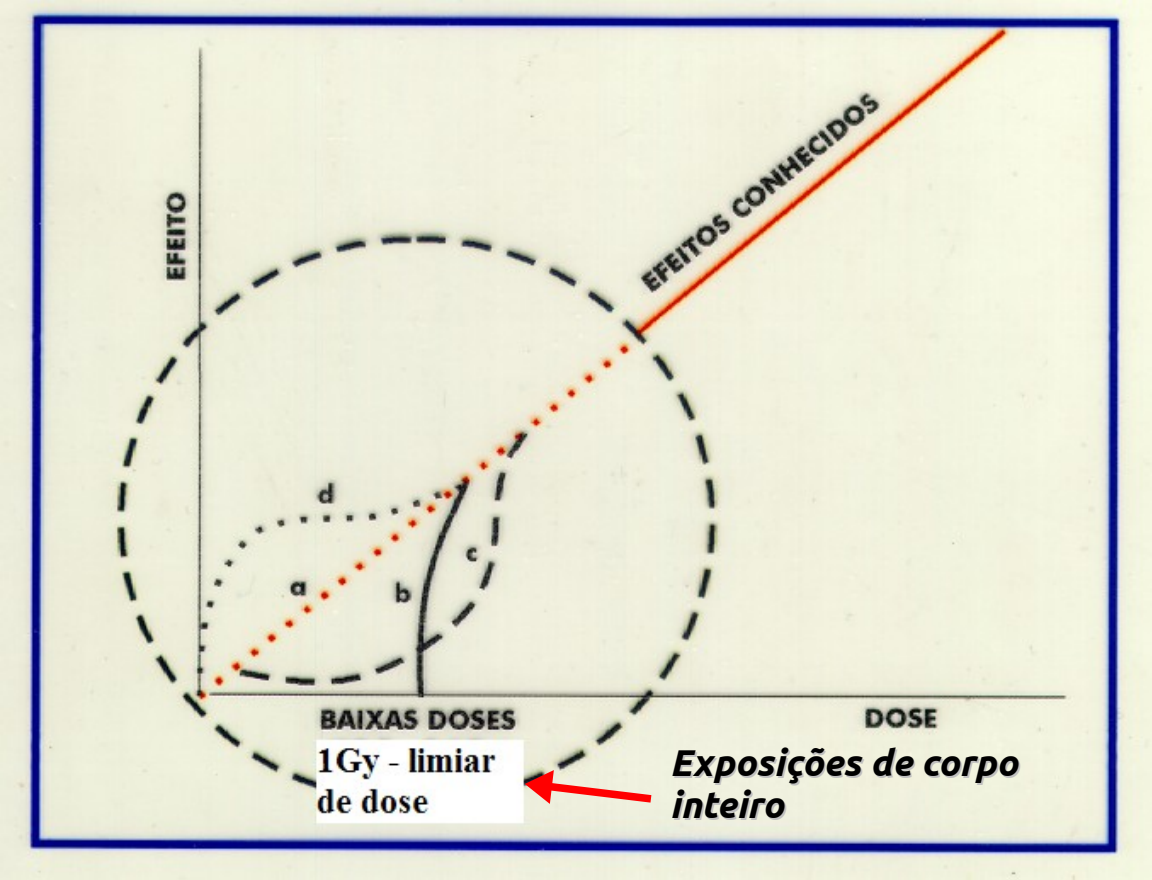
Mecanismo de dano biológico



Classificação dos efeitos biológicos radioinduzidos

- Nível orgânico (ou de dano)
  - Somático: o efeito aparece na própria pessoa irradiada;
  - Hereditário: o efeito é transmitido para a próxima geração (células germinativas atingidas).
- Tempo de manifestação
  - Imediato: quando o efeito ocorre em algumas horas ou até algumas semanas após a exposição;
  - Tardio: quando o efeito aparece depois de anos ou mesmo décadas.
- Valor de dose e forma de resposta
  - Estocástico: a probabilidade de ocorrência é proporcional à dose de radiação recebida, sem a existência de um valor limiar;
  - Determinístico: o efeito aparece a partir de um limiar e o grau de severidade é diretamente proporcional à dose de radiação recebida (doses altas).

Efeito estocástico e determinístico



Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Exposição aguda localizada

Dose (Gy)	Efeitos
0,3	Esterilidade temporária no homem;
2,0	Catarata;
3,0	Esterilidade permanente na mulher;
4,0	Epilação temporária;
5,0	Esterilidade permanente no homem;
6 - 12	Radiodermite eritrematosa (vermelhidão)
16 - 20	Radiodermite exsudativa (bolhas, lesões);
25	Radiodermite e radionecrose.

Exposição aguda do corpo inteiro (adulto)

Dose (Gy)	Efeitos
< 1,0	Ausência de sintomatologia na maioria dos indivíduos adultos;
6 - 7	Morte em 5 ou 6 dias;
8 - 9	Morte em 14 – 36 horas
10 >	Morte em poucas horas

Morte por falência múltipla dos órgãos

Dúvidas e perguntas

I. Qual a diferença entre contaminação e irradiação?

II. Qual a diferença entre mecanismo direto e indireto na interação das radiações com as células?

III. Diferencie efeito estocástico de efeito determinístico.

IV. Em qual fase do mecanismo de dano biológico surgem as doenças?

Sumário – parte III

- Equipamento de Proteção Individual
- Métodos de redução da exposição às radiações
- Valores de referência para dosimetria pessoal
- Legislação de proteção radiológica para radiodiagnóstico – Portaria 453/1998

Equipamentos de proteção individual (EPI)

- Os EPI's são empregados quando profissionais se expõem diretamente a riscos não controláveis por outros meios técnicos de segurança ou quando a rotina do trabalho é alterada por qualquer anormalidade, exigindo o uso de proteção pelos profissionais envolvidos.

Equipamentos de proteção individual (EPI)

- Os EPI são obrigatórios pelas normas da Vigilância Sanitária em serviços de radiologia. Os EPI mais comumente usados em serviços de radiodiagnóstico são:
  - os aventais plumbíferos (espessura* 0,25 a 0,5 mm);
  - os protetores para tireoide, os protetores gonadais;
  - os óculos plumbíferos;
  - as luvas plumbíferas;
  - os saiotes de tiras de chumbo (Pb) nas mesas de fluoroscopia.

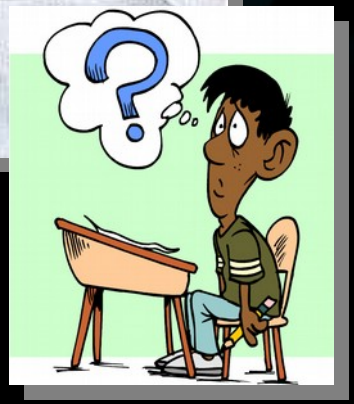
** radiação espalhada = 0,25 mm Pb; feixe primário = 0,50 mm Pb.*

Equipamentos de proteção individual (EPI)

Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Equipamentos de proteção individual (EPI)

Equipamentos de proteção individual (EPI)

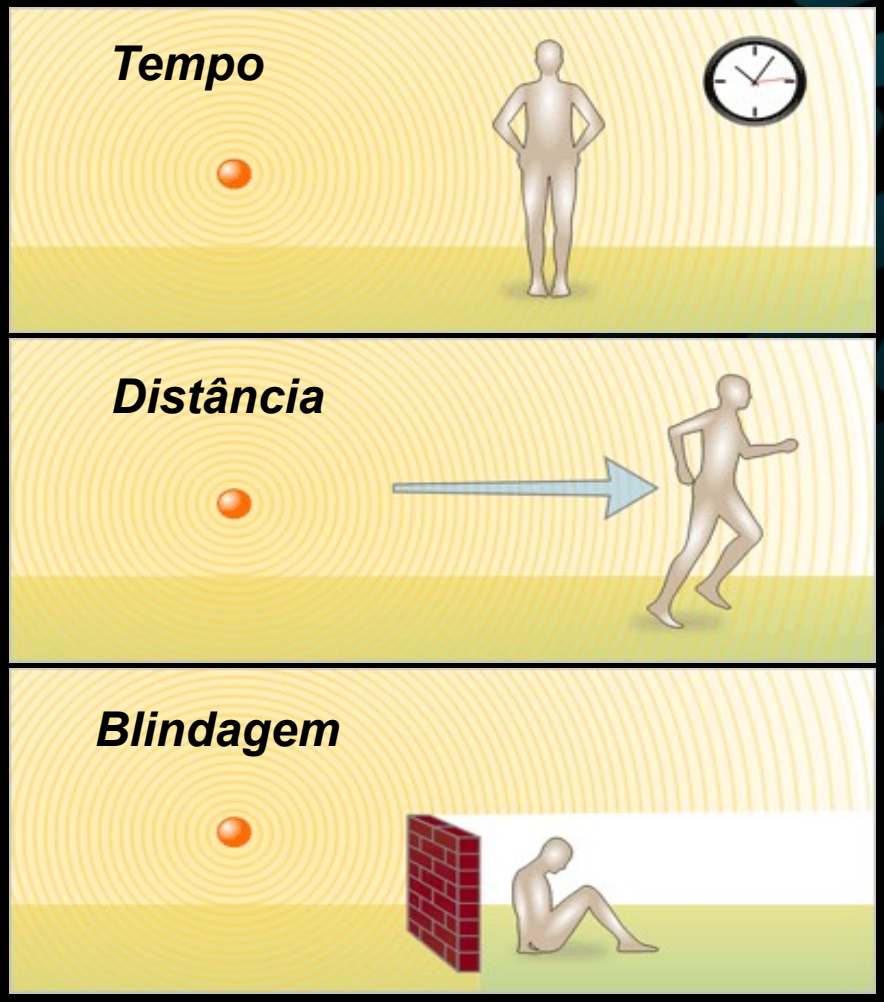


Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Métodos de redução da exposição às radiações

- Tempo, distância e blindagem
- Hábitos de trabalho
- Sinalização
- Monitoração

Tempo, distância e blindagem



Luciano Santa Rita Oliveira
Mestre em Radioproteção e Dosimetria

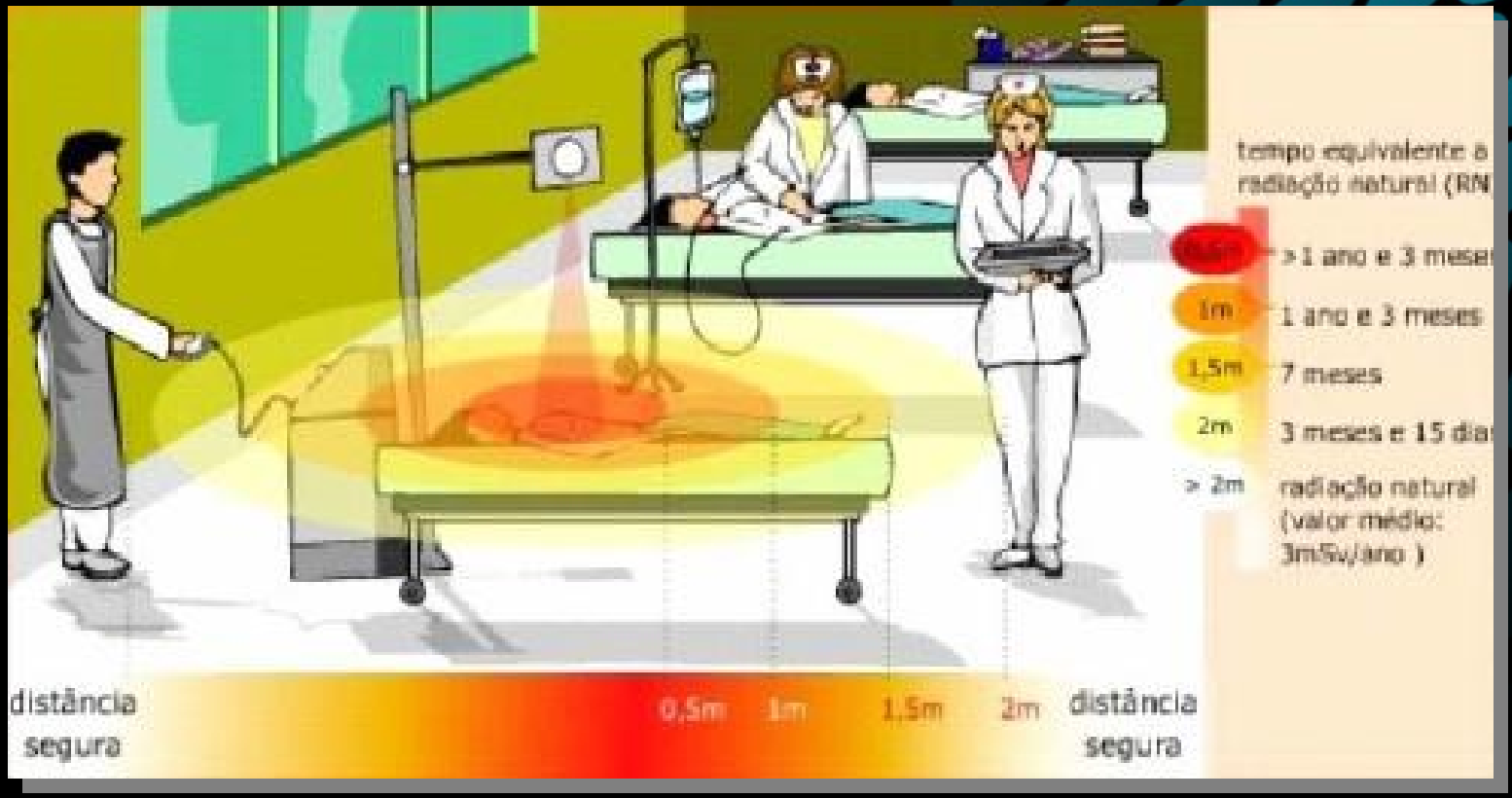
Blindagem da sala

Hábitos de trabalho

- O profissional das técnicas radiológicas deverá sempre utilizar seu dosímetro pessoal, na altura do peito preferencialmente do lado esquerdo, durante a jornada de trabalho;
- Sempre posicionar-se atrás do biombo ou na cabine de comando durante a realização do exame;
- Usando aparelhos móveis de raios X o profissional das técnicas radiológicas deve aplicar, da melhor maneira os conceitos de radioproteção (tempo, blindagem e distância);
- As portas de acesso de instalações fixas devem ser mantidas fechadas durante as exposições.

Hábitos de trabalho

Hábitos de trabalho



Sinalização

Monitoração

Níveis de referência de dose

Nível	Dose (mSv)	Descrição
Registro	0,2	Somente valores de dose acime deste nível são registrados nos relatórios de dose.
Investigação	1,0	Valores de dose acima deste nível tem que sofrer uma investigação, justificando a dose recebida pelo IOE.
Intervenção	4,0	Ao ser atingido este nível de dose a atuação do profissional sofre uma intervenção e sua rotina de trabalho tem que ser alterada para que os limites de dose sejam obdecidos.

Portaria 453/98 ANVISA – MS

- Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico
  - Estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica em radiodiagnóstico;
  - Disciplina a prática com os raios X para fins diagnósticos e intervencionistas em todo o território nacional;
  - Visa a defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral.

Motivos

- Exposições radiológicas para fins de saúde constituem a principal fonte de exposição da população a fontes artificiais de radiação ionizante;
- Garantir a qualidade dos serviços de radiodiagnóstico prestados à população, e de assegurar os requisitos mínimos de proteção radiológica aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral;
- Padronização, em todo país, dos requisitos de proteção radiológica para o funcionamento dos estabelecimentos que operam com raios X diagnósticos.

Estrutura

- Sistema de Proteção Radiológica – capítulo 2;
- Requisitos operacionais – capítulo 3;
- Requisitos específicos para radiodiagnóstico médico – capítulo 4;
- Requisitos específicos para radiodiagnóstico odontológica – capítulo 5;
- Estabelece os prazos para estes requisitos sejam adotados.

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- A dose efetiva média anual não deve exceder a 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano (2.13a);
- A profissional em radiologia deve notificar ao titular do serviço sua gravidez, tão logo seja constatada (2.13b.i);
- Durante a gravidez as condições de trabalho devem garantir que a dose na superfície do abdômen não exceda 2 mSv (2.13b.ii);
- Menores de 18 anos não podem trabalhar com raios X diagnósticos, exceto em treinamento (2.13c);

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Nenhuma instalação pode ser construída, modificada, operada ou desativada, nenhum equipamento de radiodiagnóstico pode ser vendido, operado, transferido de local, modificado e nenhuma prática com Raios X diagnósticos pode ser executada sem que estejam de acordo com os requisitos estabelecidos neste Regulamento (3.1);
- Memorial descritivo de proteção radiológica, assinado pelo responsável legal do estabelecimento e pelo SPR deve conter, no mínimo (3.9):
  - Descrição do estabelecimento e de suas instalações;
  - Programa de proteção radiológica;
  - Relatórios de aceitação da instalação

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Compete aos titulares e empregadores, no âmbito do seu estabelecimento, a responsabilidade principal pela segurança e proteção dos pacientes, da equipe e do público em geral, devendo assegurar os recursos materiais e humanos e a implementação das medidas necessárias para garantir o cumprimento dos requisitos deste Regulamento (3.25).

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Os titulares devem implementar um programa de treinamento anual, integrante do programa de proteção radiológica, contemplando, pelo menos, os seguintes tópicos (3.38):
  - Procedimentos de operação dos equipamentos, incluindo uso das tabelas de exposição e procedimentos em caso de acidentes.
  - Uso de vestimenta de proteção individual para pacientes, equipe e eventuais acompanhantes.
  - Procedimentos para minimizar as exposições médicas e ocupacionais.
  - Uso de dosímetros individuais.
  - Processamento radiográfico.
  - Dispositivos legais.

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Compensações ou privilégios especiais para os indivíduos ocupacionalmente expostos não devem, em hipótese alguma, substituir a observância das medidas de proteção e segurança estabelecidas neste Regulamento (3.46);
- Exames periódicos de saúde não podem ser utilizados para substituir ou complementar o programa de monitoração individual (3.48.b);

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Os titulares devem implementar um programa de garantia de qualidade, integrante do programa de proteção radiológica, que deve incluir, o assentamento dos testes e avaliações realizadas e os resultados obtidos, assim como a documentação e verificação dos procedimentos operacionais e das tabelas de exposição, considerando os requisitos de proteção radiológica estabelecidos neste Regulamento (3.55 e 3.56).

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Em adição aos requisitos gerais aplicáveis, dispostos nos Capítulos 1, 2 e 3, os serviços de radiodiagnóstico médico devem obedecer às exigências definidas neste Capítulo (Requisitos específicos para radiodiagnóstico médico) (4.1);
- A cabine deve permitir ao operador, eficaz comunicação e observação pessoal do paciente (4.3.b.i);
- É permitida a utilização de biombo dentro da sala de raios X, contanto que seja fixo, com altura mínima de 210 cm e que não seja atingida diretamente pelo feixe espalhado pelo paciente (4.3.b.ii);
- Não é permitida a instalação de mais de um equipamento de raios X por sala (4.6).

Pontos de relevância da Portaria 453/98

- Em adição aos requisitos gerais aplicáveis, dispostos nos Capítulos 1, 2 e 3, os estabelecimentos que empregam os raios X em odontologia devem obedecer às exigências definidas neste Capítulo (Requisitos específicos para radiodiagnóstico odontológico) (5.1).

Dúvidas e perguntas

I. Quais os EPI mais usados no radiodiagnóstico?

II. Quais procedimentos devem ser utilizados para redução da exposição as radiações?

III. Para qual valor de dose deve-se proceder uma investigação?

IV. O que estabelece a Portaria 453/98?

Referência bibliográfica

- Otimização da proteção radiológica nos procedimentos dos tecnólogos em radiologia diagnóstica, para a redução de dose. Monografia de pós graduação. Oliveira, Luciano Santa Rita.
- Radioproteção em Serviços de Saúde. Azevedo, Ana Cecília Pedrosa.
- Ciências radiológicas para tecnólogos: Física, Biologia e Proteção. Bushong, Stewart Carlyle.
- Portaria 453/98 – Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. ANVISA – MS.

Obrigado

Luciano Santa Rita Oliveira

Mestre em Radioproteção e Dosimetria

Tecnólogo em radiologia

www.lucianosantarita.pro.br