

Introdução e Conceitos Básicos de Radioproteção

Proteção Radiológica ou Radioproteção

Conjunto de medidas cujo objetivo é manter um *padrão adequado de proteção* aos trabalhadores, aos indivíduos do público e ao meio ambiente contra possíveis efeitos indesejados causados pela *radiação ionizante*, sem limitar, indevidamente, as atividades executadas nas *instalações radiativas e nucleares*.

Padrão Adequado Proteção

Limitação de dose individual

Limites de Dose Anuais [a]			
Grandeza	Órgão	<i>Indivíduo ocupacionalmente exposto</i>	<i>Indivíduo do público</i>
<i>Dose efetiva</i>	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]
<i>Dose equivalente</i>	Cristalino	20 mSv [b] <small>(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)</small>	15 mSv
	Pele [d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

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

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

(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)

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

[d] Valor médio em 1 cm² de área, na região mais irradiada.

DOSE ANUAL MÉDIA DA RADIAÇÃO NATURAL

RADIAÇÃO CÓSMICA 0,38 mSv

RADIONUCLÍDEOS NA ATMOSFERA 0,02 mSv

RADIONUCLÍDEOS NA CROSTA 2,0 mSv

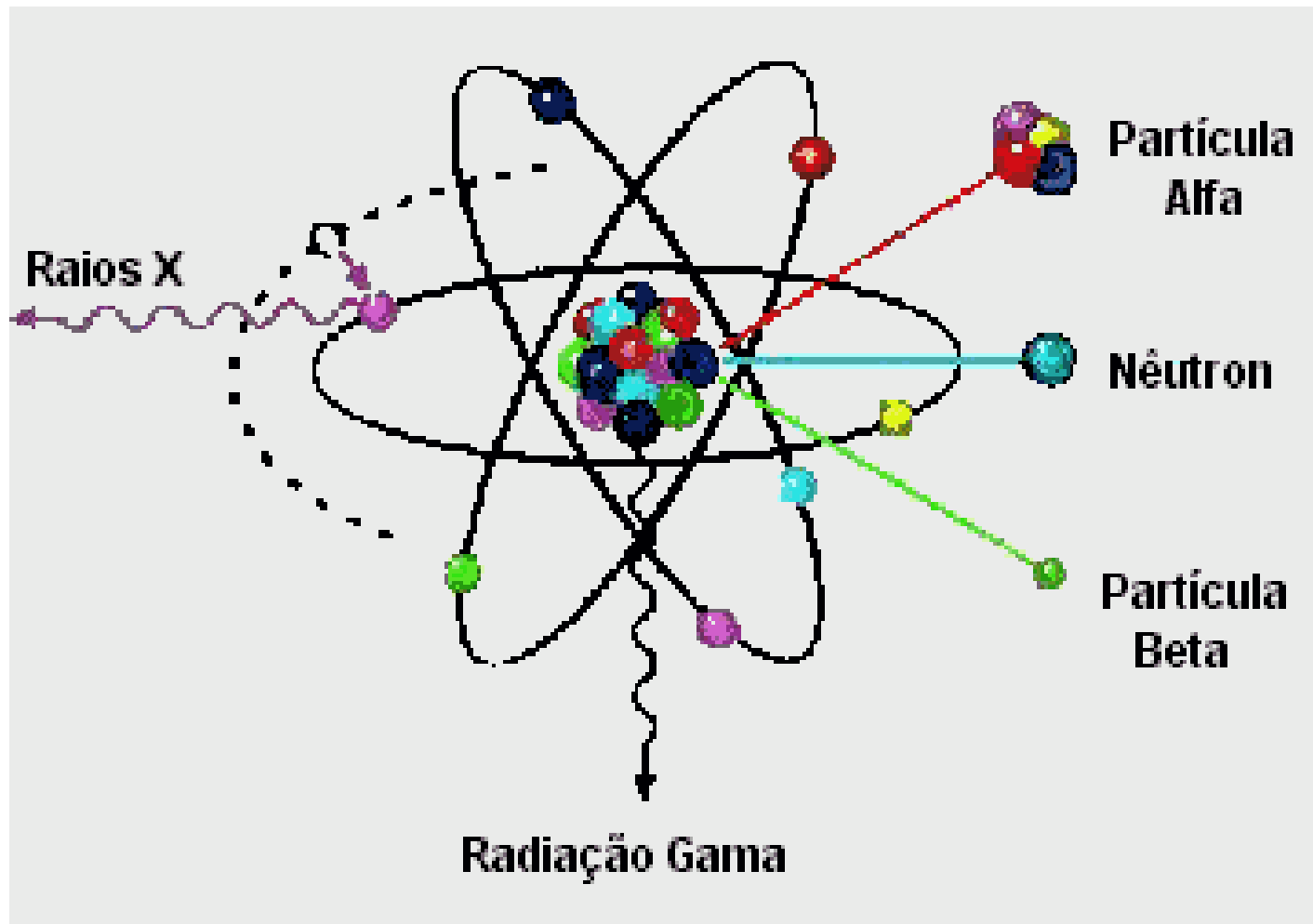
TOTAL 2,4 mSv



Dose efetiva (E): é a soma das doses equivalentes ponderadas nos diversos órgãos e tecidos, $E = \sum_T w_T \cdot H_T$,
Onde H_t é a dose equivalente no tecido ou órgão e w_t é o fator de ponderação de órgão ou tecido. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada sievert (Sv).

Dose equivalente (H_t): grandeza expressa por $H_t = D_t w_r$, onde D_t é dose absorvida média no órgão ou tecido e w_r é o fator de ponderação da radiação. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada sievert (Sv).

Radiação Ionizante: é qualquer partícula ou radiação eletromagnética que, ao interagir com a matéria, ioniza seus átomos ou moléculas



Instalação Nuclear

Instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN. Estão compreendidos nesta definição:

- a) reator nuclear;
- b) usina que utilize combustível nuclear para produção de energia térmica ou elétrica para fins industriais;
- c) fábrica ou usina para a produção ou tratamento de materiais nucleares;
- d) usina de reprocessamento de combustível nuclear irradiado; e
- e) depósito de materiais nucleares, não incluindo local de armazenamento temporário usado durante transportes.

Instalação Radiativa

Instalação onde se produzem, utilizam, transportam ou armazenam fontes de radiação. Excetuam-se desta definição:

- a) as instalações nucleares;
- b) os veículos transportadores de fontes de radiação, quando estas não são partes integrantes dos mesmos.

Serviço de Proteção Radiológica ou Radioproteção

Estrutura constituída como único órgão ou serviço autorizado pela Direção da instalação para a execução das atividades de radioproteção.

O pessoal lotado no SR deve ser constituído por, pelo menos, um Supervisor de Radioproteção, por um número apropriado de técnicos de nível superior e/ou médio, e por auxiliares devidamente qualificados para o exercício das suas funções específicas, em conformidade com os regulamentos estabelecidos.

Supervisor de Radioproteção

Supervisor de proteção radiológica ou supervisor de radioproteção: indivíduo com habilitação de qualificação emitida pela CNEN, no âmbito de sua atuação, formalmente designado pelo titular da instalação para assumir a condução das tarefas relativas às ações de proteção radiológica na instalação relacionada àquela prática.

Supervisor de Radioproteção

Para obter a certificação de Supervisor de Radioproteção, o candidato deve possuir diploma de nível superior de graduação (bacharel, licenciado ou tecnólogo), reconhecido pelo Ministério da Educação, nas seguintes áreas do conhecimento:

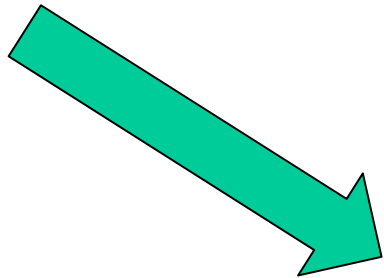
- I - ciências exatas e da terra;
- II - ciências biológicas;
- III - engenharias;
- IV - ciências da saúde;
- V - ciências agrárias; ou
- VI - ciências radiológicas

Supervisor de Radioproteção

Sigla	Áreas de Atuação da Classe I	Tempo de Experiência (h)
I-EI	Usina de Enriquecimento Isotópico	2.000
I-FC	Usina de Fabricação de Elemento Combustível	2.000
I-FQ	Instalação de Processamento Físico e Químico de Materiais Irradiados	2.000
I-MM	Mina e Usina de Beneficiamento Físico e Químico de U e Th	2.000
I-PH	Usina de Produção de UF ₄ e UF ₆	2.000
I-RP	Reator Nuclear de Pesquisa e Unidades Críticas e Subcríticas	300
I-UN	Usina Nucleoelétrica	400 ^[a]
I-PR	Instalação com Acelerador de Partículas para Produção de Radioisótopos	400
I-AI	Instalação com Acelerador para Fins Industriais ou Inspeção de Cargas	400
I-GP	Instalação Industrial de Grande Porte com Irradiador de Cobalto	400
I-IR	Instalação de Gamagrafia Industrial e ou de Radiografia Industrial com Equipamentos Geradores de Raios X (V > 600 kV)	300
I-RF	Instalação de Radiofarmácia Industrial ou Centralizada	400
I-RT	Instalação de Radioterapia	350
I-SC	Instalação de Calibração de Instrumentos com Fontes de Radiação	300
I-MI	Mina e Usina de Beneficiamento Físico, Químico e Metalúrgico de Minérios Com U ou Th Associados	300
I-DR	Depósito Intermediário ou Depósito Final de Rejeitos Radioativos: Gerência de Rejeitos	300
Sigla	Áreas de Atuação da Classe II	Tempo de Experiência (h)
II-FM	Instalação na Área de Medicina Nuclear	200
II-MN	Instalação com Medidor Nuclear Fixo ou Móvel	100
II-PP	Instalação com Serviço de Perfilagem de Poços	200
II-RI	Instalação de Radiografia Industrial com Equipamentos Geradores de Raios X (V ≤ 600 kV)	200
II-TI	Instalação com Serviço com Traçador Radioativo Industrial	100
II-DI	Depósito Inicial de Rejeitos Radiativos da Classe 2 ^[b] : Gerência de Rejeitos	200
II-TR	Serviço de Transporte de Material Radioativo	100

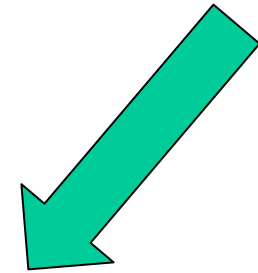
OBRIGAÇÕES

Serviço de Radioproteção



Preparar

Implantar



Fazer Cumprir

Plano de Radioproteção

ATIVIDADES do SR

Controle de trabalhadores

Controle de áreas

Controle do meio ambiente e da população

Controle de fontes de radiação e de rejeitos

Controle de equipamentos

Treinamento de trabalhadores

Registro de dados e preparação de relatórios

Controle de Trabalhadores

O controle de trabalhadores deve ser executado através de monitoração individual, avaliação de doses e supervisão médica.

A monitoração individual

Compreende o controle da exposição externa, contaminação externa e a contaminação interna.

Controle de Trabalhadores

A monitoração individual externa

Compreende o uso obrigatório de dosímetros individuais em áreas classificadas.

Devem usar tantos dosímetros quantos necessários (CP, extremidades, cristalino) e, se necessário, para avaliar doses em separado (X , α , β , γ e nêutrons).

Após exposição de acidente ou suspeita deve realizar avaliação imediata dos dosímetros individuais dos envolvidos.

Controle de Trabalhadores

Contaminação externa

Fornecer EPIs e meios necessários para evitar a contaminação.

Uso de monitor de contaminação adequado para o tipo de radionuclídeo, instalados em locais apropriados.

Monitoramento das mãos, pés, cabeça e vestimentas dos trabalhadores na saída das áreas sujeitas à contaminação.

Descontaminação imediata de trabalhadores contaminados, de sapatos, luvas, acessórios e demais EPIs contaminados.

Só podem ser liberados somente após descontaminação.

Controle de Trabalhadores

Contaminação interna

Ênfase na segurança da instalação → minimizar a liberação de materiais radioativos e/ou radiação.

Uso obrigatório de EPIs em áreas sujeitas à contaminação.

Monitoramento Interno pelo *menos uma vez por ano*.

Imediata avaliação da contaminação interna em todos trabalhadores contaminados ou com suspeita de contaminação (in vivo ou in vitro).

Tratamento imediato dos trabalhadores após confirmação de contaminação interna graves.

Proteção para Irradiação Interna e Externa

Blindagem e Confinamento



EPI para prevenir a contaminação interna



O trabalho com materiais radioativos é realizado em diversas condições e com diferentes níveis de risco de irradiação e contaminação.



Controle de Trabalhadores

Avaliação de Doses

O SR deve realizar a avaliação de todas as doses e demais grandezas sujeitas à limitação de dose e para isso deve estar capacitado para:

a) estimar as doses individuais a serem recebidas em exposições de rotina;

b) avaliar com a máxima presteza as doses decorrentes de exposições acidentais e de emergência;

c) estimar a dose coletiva dos trabalhadores da instalação; e

d) minimizar as doses individuais e doses coletivas, em conformidade com os regulamentos.

Controle de Trabalhadores

Supervisão Médica

O SR deve prover supervisão médica a todos os trabalhadores da instalação.

O médico deve possuir experiência e conhecimentos relativos aos efeitos e terapêutica associados aos acidentes com radiações ionizantes;

Nenhum trabalhador deve ser empregado, ou continuar empregado, em atividade envolvendo exposições, contrariamente ao *parecer médico* ou do *Supervisor de Radioproteção*;

O serviço médico da instalação deve proporcionar primeiros socorros e providenciar internações imediatamente após a ocorrência de acidentes.

Controle de Trabalhadores

Supervisão Médica

Fazer exames pré e pós-ocupacional, periódicos e especiais em trabalhadores que receberem doses superiores aos limites, ou sempre que o médico ou o Supervisor julgarem necessário.

Controle de Áreas

Compreende:

Avaliação

Classificação

Controle de acesso

Balizamento e Sinalização

Monitoramento e descontaminação de áreas

Controle de áreas

Avaliação e Classificação das Áreas

O Serviço de Radioproteção deve realizar periodicamente a avaliação e classificação das áreas de trabalho.

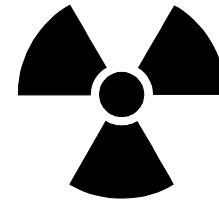
Controle de áreas

Classificação de Áreas

Área Livre

Área Supervisionada

Área
Controlada



Controle de áreas

Controle de Acesso

Áreas classificadas devem ter meios adequados para o controle de acesso.

Acesso a áreas classificadas somente com autorização da Direção e sob controle do SR.

Controle de áreas

Sinalização

Áreas classificadas devem ser claramente sinalizadas focalizando aspectos:

Presença de radiação, com o Símbolo Internacional da Radiação em áreas classificadas e nos locais onde existem fontes de radiação.

Identificação e Classificação de áreas perfeitamente visíveis.

Identificação de fontes e de rejeitos em suas embalagens.

Presença do valor de taxa de dose e data da medida (pontos de referência significativos).

Controle de áreas

Sinalização

Identificação das vias de entrada e saída em condições normais e Emergências.

Presença de procedimentos para situação de acidente ou de emergências.

Presença do valor de taxa de dose e data da medida (pontos de referência significativos).



**ÁREA
SUPERVISIONADA**



**ÁREA
CONTROLADA**

**ATENÇÃO!
ÁREA SUJEITA A
CONTAMINAÇÃO**



**OBRIGATORIA
A TROCA DE
SAPATOS**

**ATENÇÃO!
MONITORE-SE
AO SAIR**

Controle de áreas

Monitoramento de área

Deve estabelecer e executar um Programa de Monitoramento contínuo para todas as áreas classificadas, para condições normais e de emergência.

Nenhuma modificação em equipamentos, estruturas, sistemas ou operações em áreas classificadas, deve ser feito sem planejamento prévio e aprovação do SR.

Controle de áreas

Descontaminação de área

O SR deve realizar, com a devida presteza, o isolamento de áreas contaminadas, evitando a disseminação da contaminação.

Controle de fontes de radiação e de rejeitos

Qualquer fonte de radiação, inclusive rejeitos, deve estar sob controle do Serviço de Radioproteção.

Deve estar estabelecido por escrito e aprovado pelo Supervisor de Radioproteção os procedimentos para uso, manuseio, acondicionamento e armazenamento de fontes

O SR deve estabelecer e executar um programa de supervisão para fontes de radiação verificando:

A sinalização.

Condições corretas de uso e blindagem.

Local correto de armazenamento e transporte.

Controle de fontes de radiação e de rejeitos

Qualquer transporte de fonte de radiação deve ser realizado com autorização do SR.

Qualquer atividade relativa a rejeitos radioativos deve estar sob supervisão do SR.

Controle de equipamentos

O controle de equipamentos pelo SR compreende a sua identificação, sinalização, registro, inspeção, **calibração**, aferição, ajuste, manutenção e descontaminação.

Treinamento de trabalhadores

Os trabalhadores devem possuir treinamento e aptidões físicas para o exercício da função.

Os trabalhadores devem possuir conhecimento dos riscos a sua saúde em virtude do desempenho da função e noções de primeiros socorros.

O Supervisor de Radioproteção é o responsável pelo treinamento, bem como pelo retreinamento.

Registro de dados e preparação de relatórios

O SR mantém atualizado um sistema centralizado de registro relativo a sua estrutura, plano de radioproteção, atividades, procedimentos, regulamentos, funções, relatórios e demais informações pertinentes.

Os registros devem ser mantidos pelo prazo estabelecido pela CNEN.