

Proteção Radiológica: normas

Prof^a. Dra. Regina Bitelli Medeiros
Coordenadora do Núcleo de Proteção Radiológica
Responsável pela Coordenadoria de Física e Higiene das Radiações - DDI
email: rbitelli.ddi@epm.br

OBJETIVO DAS NORMAS

Impedir o aparecimento de efeitos biológicos determinísticos e limitar a probabilidade de efeitos estocásticos durante a vida profissional do indivíduo.

- Norma CNEN-NE.3.01-Diretrizes Básicas de Radioproteção
- Norma CNEN-NN.6.01- Requisitos para o Registro de Pessoas Físicas para o preparo, Uso e Manuseio de Fontes Radioativas
- Norma CNEN-NE.6.02- Licenciamento de Instalações Radioativas
- Norma CNEN-NE.6.05- Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas

- Norma CNEN-NN.3.05- Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear
- Norma CNEN-NE.5.01- Transporte de Materiais Radioativos

LIMITES DE DOSES OCUPACIONAIS

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

■Limites Primários

A dose equivalente anual máxima para quaisquer órgãos ou tecidos é 0,5 Sv/ano, que representa metade da dose limiar para efeitos biológicos determinísticos nos órgãos mais radiosensíveis, com exceção do cristalino dos olhos, para o qual o limite é 0,15 Sv/ano.

Para os efeitos estocásticos, o limite de dose efetiva é 0,05 Sv/ano. Este valor corresponde a um risco de morte para o trabalhador de 5×10^{-4} por ano, que é similar ao risco a que estão expostos trabalhadores em outros ramos de atividade.

A dose no abdome de mulheres com capacidade reprodutiva não deve exceder 10 mSv em qualquer período de 3 meses consecutivos. A dose acumulada no feto durante o período de gestação não deve exceder 1 mSv.

As doses recebidas por estudantes, aprendizes e estagiários maiores de 18 anos não deve exceder 1/10 dos limites para indivíduos do público em uma única exposição. Entre 16 e 18 anos a dose anual não deve ser superior a 3/10 dos limites primários para o trabalhador.

LIMITES DE DOSES OCUPACIONAIS

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

Limites Secundários

- Para avaliar a “dose equivalente efetiva” resultante da radiação externa, utiliza-se o “índice de dose equivalente profunda”, que é a dose equivalente máxima que ocorre a uma profundidade igual ou superior a 1 cm da superfície de uma esfera de 30 cm de diâmetro, constituída de tecido mole, posicionada à altura do tórax.
- $H_{I,s}$: índice de dose equivalente superficial anual

$$\frac{H_{I,s}}{500mSv} \leq 1$$

- Para avaliar a “dose equivalente efetiva” resultante da radiação de materiais depositados internamente ao corpo, utiliza-se a fração do LIA (Limite de incorporação anual), que é a quantidade de um radionuclídeo que resulta numa dose equivalente efetiva comprometida de 50 mSv quando inalado, ingerido ou absorvido pela pele ou por um ferimento (acumulada nos 50 anos após a incorporação).

- $H_{I,d}$: índice de dose equivalente profunda anual
- I_j : incorporação anual do radionuclídeo j
- LIA_j : limite de incorporação anual para o radionuclídeo j

$$\frac{H_{I,d}}{50mSv} + \sum_j \frac{I_j}{LIA_j} \leq 1$$

LIMITES DE DOSES OCUPACIONAIS

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

Limites Derivados

Limites operacionais que permitam ações corretivas. São estabelecidos com base nas condições reais de trabalho ou em condições plausíveis, com suficiente conservadorismo para garantir que não sejam excedidos os limites anuais.

Exemplos: concentração máxima de um radionuclídeo no ar de modo que não seja excedido o limite de incorporação anual por inalação; taxa de dose horária máxima devido à radiação gama num local de modo que não seja excedido o limite anual do índice de dose equivalente profunda, contaminação de superfícies.

Exposição de Emergência

Podem participar somente trabalhadores que tenham recebido informações sobre os riscos. Caso as doses previstas sejam iguais ou superiores a 100 mSv a participação será voluntária.

LIMITES DE DOSES PARA INDIVÍDUOS DO PÚBLICO

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

Os limites de dose aplicam-se para a soma das doses por exposição externa no período especificado e das doses comprometidas resultantes das incorporação de materiais radioativos no mesmo período.

$$\frac{H_{I,s}}{50mSv} \leq 1 \quad \frac{H_{I,d}}{1mSv} + \sum_j \frac{I_j}{LIA_j / 50} \leq 1$$

$H_{I,s}$ é o índice de dose equivalente superficial anual,

$H_{I,d}$ é o índice de dose equivalente profunda anual,

I_j é a incorporação anual do radionuclídeo j ,

LIA_j é o limite de incorporação anual para o radionuclídeo j , para trabalhadores.

DOSES NOS INDIVÍDUOS DO PÚBLICO

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

Limites primários

Pelos regulamentos em vigor, a dose equivalente efetiva no indivíduo mais exposto deve ser inferior a 1 mSv/ano, o que corresponde a um risco para efeitos estocásticos de 10^{-5} por ano, risco este similar ao que as pessoas estão expostas na vida diária, tanto por causas naturais como tecnológicas (terremotos, enchentes, acidentes de trânsito etc.).

A dose equivalente anual máxima é 50 mSv para o cristalino dos olhos, para a pele e para as extremidades do corpo, ou seja um décimo dos valores adotados para os trabalhadores e $1/w_T$ mSv/ano para quaisquer outros órgãos ou tecidos, onde w_T é o fator de ponderação que representa o quociente entre o risco estocástico para o órgão ou tecido T e o risco total para o corpo inteiro.

DOSES NOS INDIVÍDUOS DO PÚBLICO

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

Limites secundários

De modo similar aos dos trabalhadores, foram estabelecidos limites secundários para os indivíduos do público. Pelos regulamentos em vigor, o LIA deve ser um cinquenta avos do LIA para trabalhadores. Nas recomendações mais recentes da IAEA, é também levada em conta a idade do indivíduo, tendo sido estabelecidas seis faixas etárias: recém-nascido, de 1 a 2 anos, de 2 a 7, de 7 a 12, de 12 a 17 e maiores de 17 anos.

Limites derivados

Os limites derivados para os indivíduos do público são estabelecidos a partir de modelos, baseados em cenários conservadores sobre as vias de irradiação dos indivíduos

mais expostos, e são aplicados principalmente às descargas de material radioativo no ambiente e às concentrações de radionuclídeos em água de consumo e alimentos.

LIMITES PRIMÁRIOS ANUAIS DE DOSE EQUIVALENTE

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

DOSE EQUIVALENTE	TRABALHADOR	INDIVÍDUO DO PÚBLICO
Dose equivalente efetiva	50 mSv	1 mSv
Dose equivalente para órgão ou tecido T	500 mSv	1 mSv/W _T
Dose equivalente para pele	500 mSv	50 mSv
Dose equivalente para cristalino	150 mSv	50 mSv
Dose equivalente para extremidades	500 mSv	50 mSv

RADIONUCLÍDEOS POR CLASSE

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

I ²²⁷Ac, ²²⁸Th, ²³⁰Th, ²³²Th, Th-nat., ²³¹Pa, ²³²U, ²³³U, ²³⁴U, ²³⁶U,
emissores α com Z > 92

II ¹⁴⁷Sm, ²¹⁰Pb, ²²⁷Th, ²³⁵U, ²³⁸U, U-emp., U-nat., U-enr., ²⁴¹Pu

III Demais radionuclídeos não especificados nas classes IV e V

IV ¹⁴C, ³⁵S, ⁵⁴Mn, ⁵⁷Co, ⁶⁵Zn, ⁶⁷Ga, ⁷⁵Se, ⁷⁷Sr, ⁹⁹Tc^m, ¹⁰⁹Cd, ¹²³I, ¹²⁵I, ¹²⁹Cs, ¹⁹⁷Hg

V ³H, ⁵¹Cr, ⁵⁵Fe, ⁶³Ni, ¹³¹Cs

LIMITES DERIVADOS PARA CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES
Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

CATEGORIA	SUPERFÍCIE	LIMITE DE CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL(Bq/cm ²)						
A	Interior e conteúdo de caixas de luvas; capelas com exaustão	O mínimo razoavelmente exequível*						
B	Superfícies de áreas restritas; utensílios, equipamentos (incluindo roupas de proteção individual), materiais e artigos dentro de áreas restritas, excluindo as da categoria A.	Extensão da contaminação (m ²)	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	
		< 1	3	3 x 10 ¹	3 x 10 ¹	3 x 10 ²	3 x 10 ³	
		> 1	3 x 10 ⁻¹	3				
C	Superfícies do corpo		3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	Emissores alfa	outros	3 x 10 ¹	3 x 10 ²

OBSERVAÇÕES

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

- Sempre que possível efetuar monitoração direta. Se for empregado o teste de esfregação, supor a remoção de 10 % da contaminação.
- Para o caso de mistura de radionuclídeos, efetuar média ponderada considerando classe II e III (alfa) e classe IV e V (beta);
- Para radionuclídeo desconhecido, usar classe I;
- Para contaminação categoria C (superfície do corpo), estas são passíveis de um aumento por fator 10 quando a pele é monitorada com uma sonda pequena;
- Áreas para determinação da contaminação superficial:
 - 300 cm² (superfícies),
 - 1000 cm² (piso/parede/teto),
 - 100 cm² (pele);
 - 300 cm² (mão).

PLANO DE RADIOPROTEÇÃO

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

- Identificação da Instalação e da sua Direção
- Função, classificação e descrição das áreas da Instalação

- Descrição da equipe e equipamentos de radioproteção
- Descrição das fontes, sistemas de controle e segurança, com detalhamento das atividades envolvendo a sua aplicação e demonstração da otimização
- Função e qualificação dos trabalhadores
- Descrição dos procedimentos relativos a monitoração individual, de área e do meio ambiente
- Planejamento de interferência em situações de emergência
- Instruções gerais a serem fornecidas por escrito aos trabalhadores visando a segurança em suas atividades.

PLANO DE RADIOPROTEÇÃO

Norma CNEN-NE.3.01 de julho de 1988

- Descrição do sistema de gerência dos rejeitos
- Estimativa da taxa de doses em condições de rotina descrição do serviço de controle médico, incluindo planejamento em casos de acidente
- Programa de treinamento para trabalhadores
- Níveis de referência, limites operacionais e derivados descrição dos tipos de acidentes admissíveis ou mais provável

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE SEGURANÇA

- Permite a aquisição de radioisótopos
 - dados cadastrais do laboratório e do pesquisador responsável licenciado pela CNEN
 - dados do material: quantidade, atividade etc
 - descrição do ensaio com estimativa de consumo
 - procedimentos adotados relativos a proteção
 - estimativa dos rejeitos sólidos: massa e atividade
 - estimativa dos rejeitos líquidos: volume e atividade

CLASSIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES RADIATIVAS

Norma CNEN-NE.6.02 de outubro de 1984

Instalações que utilizam fontes seladas

Grupo I: fontes seladas de grande porte (indústria)

Grupo II: fontes seladas em equipamentos

Grupo III: outros

Instalações que utilizam fontes não seladas

Grupo IV, V e VI: Instalações onde se manipulam, utilizam ou armazenam radionuclídeos conforme tabela.

Classe	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI
A	< 1μ Ci	1μ Ci a 1 mCi	>1 mCi
B	< 100μ Ci	100μ Ci a 100 mCi	>100 mCi
C	< 1m Ci	1 mCi a 1 Ci	>1 Ci
D	< 1 m Ci	10 mCi a 10 Ci	>10 Ci

Norma CNEN-NE.6.02 de outubro de 1984

Quando a instalação utiliza radioisótopos de mais de uma classe, com diferentes condições de trabalho, deve ser calculada a Atividade Normalizada (A_N).

Fatores de Multiplicação das Atividades (F)	
Armazenagem simples	100
Operações muito simples (alíquotas)	10
Preparações químicas comuns	1
Operações complexas por via úmida	0,1

$$A_N = \sum \frac{A_i}{F_{A_i}} + \frac{1}{10^2} \sum \frac{B_i}{F_{B_i}} + \frac{1}{10^3} \sum \frac{C_i}{F_{C_i}} + \frac{1}{10^4} \sum \frac{D_i}{F_{D_i}}$$

CONCESSÕES DE LICENÇAS E AUTORIZAÇÕES

Norma CNEN-NE.6.02 de outubro de 1984

Para $A_N > 1 \Rightarrow$ grupo VI

Aprovação prévia, licença de construção, autorização para aquisição e operação com material radioativo.

Para $1 \geq A_N > 0,001 \Rightarrow$ grupo V

Licença de construção, autorização para aquisição e operação com material radioativo

Para $A_N \leq 0,001 \Rightarrow$ grupo IV

Autorização para aquisição e operação com material radioativo.