

## **III ENCONTRO DE REGULADORES E REGULADOS DA CNEN**

*Segurança e Proteção Radiológica em Indústrias que Trabalham com  
Materiais Radioativos de Ocorrência Natural (NORM)*

### **IMPACTOS DA REVISÃO DA NORMA**

**CNEN NN 3.01/2024 “ Requisitos Básicos de Radioproteção  
e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação”**

### **NA NORMA**

**CNEN NN 4.01 “Requisitos de Segurança e Proteção  
Radiológica para Instalações Mínero-Industriais”**

**ANA MARIA XAVIER**

# Legislação Aplicável a Instalações Mínero-Industriais

**Lei nº 7781, de 27 de junho de 1989**

**Art. 2º Compete à CNEN:**

**IX- expedir normas, licenças e autorizações relativas a:**  
**b) posse, uso, armazenamento e transporte de material nuclear;**

**XIII especificar:**

**Os elementos que devam ser considerados nucleares, além do urânio, tório e plutônio;**

***Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021***

**Cria a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN)**

**Art. 6º Compete à ANSN:**

**V- avaliar a segurança, fiscalizar e expedir, conforme o caso, licenças, autorizações, aprovações e certificações para:**

**a) seleção e aprovação de local, de construção, de comissionamento, de operação, de modificação e de descomissionamento de instalações nucleares, radiativas e mínero-industriais que contenham materiais radioativos e de depósitos de rejeitos radioativos.**

A revisão da Norma CNEN NN 3.01/2024 considera três situações de exposição à radiação:

- **SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO PLANEJADA** (Semelhante à PRÁTICA - requisitos de segurança radiológica, radioproteção, licenciamento e fiscalização aplicáveis)
- **SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE** (Semelhante à INTERVENÇÃO : adoção de ações protetoras e remediadoras)
- **SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO DE EMERGÊNCIA**

## SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO PLANEJADA

Art. 35. As situações de exposição planejada se aplicam às seguintes instalações e atividades para as quais esta Norma estabelece requisitos:

I - o manuseio, a produção, a posse, a utilização, o transporte, o armazenamento e a **deposição** de material radioativo ou **de rejeito** e de dispositivos que contenham material radioativo, incluindo fontes seladas e não seladas e produtos de consumo; **(depósitos, instalações radiativas)**

II - a produção e uso de dispositivos que geram radiação ionizante, compreendendo os aceleradores de partículas e geradores de raios X;

III - a geração de energia nuclear, incluindo quaisquer atividades dentro do ciclo do combustível nuclear **(instalações nucleares)**;

## Art. 35. (continua)

**IV - o uso de radiação ionizante ou material radioativo para fins médicos, industriais, veterinários, agrícolas, jurídicos ou de segurança (instalações radiativas);**

**V - a utilização de radiação ionizante ou de material radioativo para fins educacionais, capacitação ou pesquisa; (instalações radiativas)**

**VI - qualquer outra instalação ou atividade a ser especificada pela CNEN.**

**(mínimo-industriais, conforme AIEA ?)**

**De acordo com General Safety Requirements Part 3/2014  
da IAEA (GSR Part 3)**

**SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO PLANEJADA ABRANGE**

**f) a mineração e o processamento de matérias-primas que envolva exposição devido a material radioativo;**

## SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE

**Art. 122. As situações de exposição existente para as quais esta Norma se aplica incluem:**

**I - exposição devido à contaminação de áreas por material radioativo residual derivado de:**

**a) atividades anteriores que nunca estiveram sujeitas ao controle regulatório;**

**b) atividades que foram reguladas em um marco regulatório anterior do vigente e requerem uma reavaliação;**



## **Art. 122. (continuação) Situação de Exposição Existente**

**c) emergência radiológica ou nuclear, após a emergência ter sido declarada encerrada;**

**II - exposição devido a commodities que contenham radionuclídeos naturais ou artificiais derivados de material radioativo residual, incluindo alimentos, rações, água potável, fertilizantes e materiais de construção;**

**III - exposição nas instalações que processam materiais contendo radionuclídeos naturais, tais como indústria de mineração e beneficiamento, óleo e gás, nos quais a concentração de atividade de qualquer radionuclídeo da cadeia de decaimento do urânio ou do tório exceda a 1 Bq/g e a concentração de atividade de K-40 exceda a 10 Bq/g;**

**Art. 122. (continuação) Situação de Exposição Existente**

**IV - exposição devido a fontes naturais, incluindo:**

- a) radônio (Rn-222 e Rn-220) seus produtos de decaimento, em residências e locais de trabalho cuja origem do radônio não seja oriunda de uma situação de exposição planejada, mas que a radioatividade no solo e no material de construção o exija;**
- b) radionuclídeos de origem natural presentes em commodities como, alimentos, rações, água potável, fertilizantes agrícolas, corretivos de solo e materiais de construção; e**
- c) exposição da tripulação de aeronaves ou naves espaciais à radiação cósmica.**

**Segurança de Fontes ou Segurança Radiológica - conjunto de medidas e dispositivos para o controle de fontes de radiação durante todo o seu ciclo de vida, com o objetivo de prevenir acidentes ou incidentes e mitigar suas consequências.**

**Radioproteção ou Proteção radiológica - conjunto de princípios e medidas que visam evitar exposições desnecessárias à radiação com o objetivo de proteger o ser humano e seus descendentes, assim como o meio ambiente dos possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante.**

## EXPOSIÇÕES PLANEJADAS REQUEREM

**Licença ou Autorização – ato administrativo concedido pela CNEN para uma pessoa física ou jurídica referente a uma instalação ou atividade;**

**Análise de Segurança - estudo, exame e descrição do comportamento previsto da instalação durante toda sua vida, em situações normais, transitórias e de acidentes postulados, com o objetivo de determinar: - as margens de segurança previstas em operação normal e em regime transitório; - a adequação de itens para prevenir acidentes e atenuar as consequências dos acidentes que possam ocorrer.**

## EXPOSIÇÕES EXISTENTES REQUEREM:

**Ação protetora - ação tomada com o objetivo de evitar ou reduzir doses que poderiam ser recebidas em situações de exposição de emergência ou situação de exposição existente;**

**Ação remediadora - ação tomada em situação de exposições existentes com o objetivo de reduzir a dose efetiva residual;**

## SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE

Exposição de **Trabalhadores** em Indústrias que Processam Materiais contendo Radionuclídeos de Ocorrência Natural

**Art. 145** As pessoas físicas ou jurídicas devem aplicar uma abordagem gradativa de modo que os esforços e recursos despendidos na proteção, sejam proporcionais aos riscos radiológicos estimados.

**Parágrafo único.** A CNEN determinará, de acordo com a abordagem gradativa, os requisitos para a classificação da instalação, considerando desde a isenção até a aplicação de requisitos regulatórios previstos para situação de exposição planejada  
*(ou seja, requisitos de 'Prática').*

## SITUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO EXISTENTE

Exposição do **Público** em decorrência de Indústrias que Processam Materiais contendo Radionuclídeos de Ocorrência Natural

**Art. 136** As pessoas físicas ou jurídicas responsáveis pelas instalações e atividades devem submeter requerimento para obtenção dos atos administrativos pertinentes, considerando o conceito de abordagem gradativa e normas aplicáveis da CNEN.

**Parágrafo único.** A CNEN determinará, de acordo com a abordagem gradativa, os requisitos para a instalação ou atividade, considerando desde a isenção até a aplicação dos requisitos regulatórios previstos para situação de exposição planejada.

*(ou seja, requisitos de ‘Prática’)*

## CRITÉRIOS DE ISENÇÃO PARA GRANDES QUANTIDADES

**Art. 33. No caso de grandes quantidades de material radioativo dentro de uma instalação ou atividade sob controle regulatório, a dispensa sem consideração inicial pode ser estabelecida desde que:**

**I radionuclídeos de origem artificial.....**

**II- as concentrações de atividade dos radionuclídeos de origem natural não excedam os valores de 1 Bq/g para radionuclídeos das séries do urânio e do tório e de 10 Bq/g para o K-40.**



## CRITÉRIOS DE DISPENSA PARA RECICLAGEM E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

### Art. 33 (continuação)

**Parágrafo único . Entende-se por grandes quantidades de material o que se segue:**

- a) quantidades superiores a 1 tonelada de materiais contendo radionuclídeos;**
- b) materiais advindos de operações de desmonte ou descomissionamento de instalações; e**
- c) rejeitos e estéreis de mineração.**

## ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES DE RADIOPROTEÇÃO PARA RADÔNIO EM AMBIENTES FECHADOS

### Subseção III

Exposição do público em decorrência de indústrias que processam materiais contendo radionuclídeos de ocorrência natural

**Art. 135.** A exposição ao radônio deve ser controlada separadamente observando o valor de referência de  $300 \text{ Bq/m}^3$  para ambientes fechados.

### Subseção IV

Exposição do público devido ao radônio em ambientes fechados

**Art. 139 § 3°** Nos locais de trabalho em que não for possível reduzir as concentrações de radônio a valores inferiores a  $1000 \text{ Bq/m}^3$ , devem ser aplicados os requisitos relevantes para exposição ocupacional em situação de exposição planejada.  
(minas subterrâneas)

## Aspectos a serem considerados na Revisão da Norma 4.01

- Estabelecer, inicialmente, apenas as informações preliminares necessárias para verificar se a instalação é isenta de processo de licenciamento/requisitos de radioproteção e segurança radiológica;
- Manter as informações preliminares remanescentes como requisitos para a Categoria III;
- Deixar mais claro, no Art. 7º que ao apresentar o balanço de massa, devem ser incluídas, em tabela, as concentrações de atividade dos radionuclídeos em cada etapa do processo, bem como nos rejeitos;

## Aspectos a serem considerados na Revisão da Norma 4.01

- **Inserir requisitos para Relatório de Análise de Segurança Radiológica de Depósitos Iniciais de Resíduos /Rejeitos Radioativos;**
- **Complementar requisitos para Descomissionamento.**
- **Incluir requisitos para dispensa condicional de resíduos e rejeitos;**

## Aspectos que podem ser Considerados na Revisão da Norma CNEN NN 4.01/2016

- **Incluir Artigo com requisito para isenção de transporte de materiais radioativos para mistura de radionuclídeos, remetendo ao estabelecido na Norma CNEN NN 5.01 “Regulamento para o Transporte Seguro de Materiais Radioativos” Revisão 2021”**
- **Considerar a aplicação da regra estabelecida para dispensa de material contendo mais de um radionuclídeo de origem artificial para dispensa de NORM.**

## Aspectos a serem considerados na Revisão da Norma 4.01

De acordo com a seguinte nota abaixo da Tabela C-III da Norma NN 3.01/2024 sobre Níveis de Isenção de material com radionuclídeos de origem **artificial**:

Para a **dispensa** de material radioativo contendo mais de um radionuclídeo **de origem artificial**, a condição é que a soma das concentrações de atividade para radionuclídeos individuais é menor do que o nível de dispensa derivado para a mistura ( $X_m$ ), *determinado da seguinte forma*:

$$X_m = 1 / \sum f(i)/x(i)$$

$X(m)$  é o nível de dispensa derivado para a mistura

$f(i)$  é a fração da concentração de atividade do radionuclídeo  $i$  na mistura;

$X(i)$  é o nível de isenção aplicável para o radionuclídeo  $i$

A expressão acima é também empregada para isenção na NN 5.01

**No processo de extração de óleo e gás natural, incrustações contendo os radionuclídeos Ra-226 e Ra-228 são formadas em tubulações.**

**Usando medidas de concentração de atividade apresentadas na referência citada, a soma das frações de concentração de atividade dos radionuclídeos presentes é dada como:**

**OBS: Os níveis de isenção do Ra-226, Pb-210, Po-210 e Ra-228 são iguais a 10 Bq/g e do Th-228 = 1Bq/g**

$$f(\text{Ra-226}) + f(\text{Pb-210}) + f(\text{Po-210}) + f(\text{Ra-228}) = 0.84,$$

$$f(\text{Th-228}) = 0.16, \text{ então:}$$

$$1 / (0,84/10 + 0,16/1) = 4,1 \text{ Bq/g (nível de dispensa para mistura)}$$

**Para isenção de transporte seria  $4,1 \times 10 = 41 \text{ Bq/g}$**

## OUTRO EXEMPLO

Concentração de Atividade na Mistura

Nível de Isenção

U-238 - 3,3 Bq/g

1 Bq/g

Ra-226 - 3,9 Bq/g

10 Bq/g

Pb-210- 0,45 Bq/g

10 Bq/g

$$CT\ U = 5 \times 3,3 + 6 \times 3,9 + 3 \times 0,45 = 41,25\ Bq/g$$

Th-232 - 2,7 Bq/g

1 Bq/g

Ra-228 - 2,9 Bq/g

10 Bq/g

$$CT\ Th = 2,7 + 9 \times 2,9 = 28,8\ Bq/g$$

$$CT\ U + CT\ Th = 41,25 + 28,8 = 70,05$$

$$X_m = 1 / \sum f(i)/x(i)$$

$$f(U-238) = (3,3 \times 5) / 70,05 = 0,236$$

$$f(Ra-226) = (3,9 \times 6) / 70,05 = 0,334$$

$$f(Pb-210) = (0,45 \times 3) / 70,05 = 0,0193$$

$$f(Th-232) = (2,7 \times 1) / 70,05 = 0,0385$$

$$F(Ra-228) = (2,9 \times 9) / 70,05 = 0,373$$

$$0,236/1 + 0,332/10 + 0,0193/10 + 0,0385/1 + 0,373/10 = 0,347$$

$$X_m = 1/0,347 = 2,9\ Bq/g \quad (\text{nível de dispensa para mistura})$$



**OBRIGADA PELA  
ATENÇÃO**

**[axavier47@outlook.com](mailto:axavier47@outlook.com)**

