

# INSTALAÇÕES RADIATIVAS

CNEN-NN-6.09  
Setembro/2002

CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA  
DEPOSIÇÃO DE REJEITOS  
RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO  
NÍVEIS DE RADIAÇÃO

**Cr terios de Aceita o para Deposi o de Rejeitos  
Radioativos de Baixo e M dio  
N veis de Radia o**

**Resolu o 12/2002  
Publicado, D.O.U., em 23/09/2002**

## SUMÁRIO

### CNEN-NN-6.09 – “CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA DEPOSIÇÃO DE REJEITOS RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO”.

<b>1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
1.1 OBJETIVO .....	4
1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO .....	4
<b>2. GENERALIDADES</b> .....	<b>4</b>
2.1 INTERPRETAÇÕES E MODIFICAÇÕES .....	4
2.2 COMUNICAÇÕES .....	4
2.3 RESPONSABILIDADES .....	4
2.4 NORMAS COMPLEMENTARES .....	4
<b>3. DEFINIÇÕES</b> .....	<b>5</b>
<b>4. CRITÉRIOS GERAIS</b> .....	<b>6</b>
4.1 CONTEÚDO DE RADIONUCLÍDEOS .....	6
4.2 TAXA DE DOSE SUPERFICIAL .....	6
4.3 CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL .....	6
4.4 ESTABILIDADE ESTRUTURAL .....	7
4.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO .....	7
4.6 LIXIVIAÇÃO .....	7
4.7 MATERIAIS CORROSIVOS .....	7
4.8 EFEITOS DE RADIAÇÃO IONIZANTE E RADIAÇÃO TÉRMICA .....	7
4.9 COMBUSTIBILIDADE .....	7
4.10 GERAÇÃO DE GASES .....	7
4.11 DEGRADAÇÃO MICROBIANA .....	7
4.12 LÍQUIDO LIVRE .....	7
4.13 AGENTES QUELANTES OU COMPLEXANTES .....	7
4.14 MATERIAIS EXPLOSIVOS E PIROFÓRICOS .....	8
4.15 RESISTÊNCIA À CORROSÃO .....	8
4.16 SEGURANÇA CONTRA A CRITICALIDADE .....	8
4.17 IDENTIFICAÇÃO DO EMBALADO .....	8
4.18 CONFIGURAÇÃO DA EMBALAGEM .....	8
4.19 GASES COMPRIMIDOS E MATERIAIS TÓXICOS .....	8
<b>5. CARACTERÍSTICAS PARA DEPOSIÇÃO</b> .....	<b>8</b>
5.1 REJEITO .....	8
5.2 PRODUTO .....	9
5.3 EMBALAGEM .....	9
5.4 EMBALADO .....	11
<b>COMISSÃO DE ESTUDOS</b> .....	<b>12</b>

# **CNEN-NN-6.09 – “CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA DEPOSIÇÃO DE REJEITOS RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO.”**

## **1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO**

### **1.1 OBJETIVO**

O objetivo desta Norma é estabelecer critérios para aceitação de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação para a deposição segura em repositório, a fim de assegurar a proteção dos trabalhadores, da população e do meio ambiente contra os efeitos nocivos das radiações ionizantes.

### **1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO**

Os critérios estabelecidos nesta Norma aplicam-se aos rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 INTERPRETAÇÕES E MODIFICAÇÕES**

2.1.1 - Qualquer dúvida relativa à aplicação desta Norma será dirimida pela CNEN, através da Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear.

2.1.2 - A CNEN poderá, através de Resolução, acrescentar, revogar ou modificar requisitos desta Norma, sempre que julgar apropriado ou necessário.

### **2.2 COMUNICAÇÕES**

2.2.1 Os requerimentos, notificações, relatórios e demais comunicações decorrentes das disposições desta Norma devem ser endereçados à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear da CNEN.

### **2.3 RESPONSABILIDADES**

É de responsabilidade dos operadores das instalações que geram rejeitos radioativos:

- a) a comprovação, através de evidência, que o produto gerado como resultado do tratamento e/ou acondicionamento realizados em suas instalações atende aos critérios de aceitação estabelecidos nesta Norma; e,
- b) a geração e manutenção de registros e demais documentos relativos aos rejeitos até a aceitação e transferência destes para o depósito intermediário ou Repositório.

### **2.4 NORMAS COMPLEMENTARES**

Devem ser observados, no que for aplicável, os requisitos das seguintes Normas:

- CNEN-NN-1.16 Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e Outras Instalações;
- 
- CNEN-NN-3.01 Diretrizes Básicas de Radioproteção;
- 
- CNEN-NE-5.01 Transporte de Materiais Radioativos;
-

-

### 3. DEFINIÇÕES

Para efeito desta Norma devem ser consideradas as seguintes definições e siglas:

1. **Acondicionamento** – colocação de rejeitos radioativos em embalagem própria, visando cumprir os requisitos de segurança estabelecidos nesta Norma e minimizar os custos das etapas de gerenciamento posteriores.
2. **Agente quelante ou complexante** - composto químico capaz de se ligar a um elemento metálico, formando um complexo mais estável.
3. **Armazenamento** - confinamento de rejeitos radioativos por um período definido.
4. **Armazenamento Inicial** - armazenamento temporário de rejeitos radioativos no espaço físico da instalação que os tenha gerado.
5. **CNEN**- Comissão Nacional de Energia Nuclear.
6. **Deposição** - colocação de rejeitos radioativos em instalação licenciada pelas autoridades competentes, sem a intenção de removê-los.
7. **Depósito Intermediário** – instalação licenciada pelas autoridades competentes e destinada a receber e, eventualmente, tratar e/ou acondicionar rejeitos radioativos até seu descarte ou remoção para o Repositório.
8. **Depósito Provisório** - instalação destinada a abrigar rejeitos radioativos provenientes de áreas atingidas por acidentes com materiais radioativos até sua transferência, para outro depósito, observando-se os requisitos de segurança estabelecidos pela CNEN.
9. **Embalado** - o conjunto formado pela embalagem e pelo seu conteúdo de rejeito.
10. **Embalagem** - recipiente fechado, com ou sem revestimento interno, que tem a finalidade de permitir o transporte e o armazenamento do produto e, se necessário, servir de barreira de engenharia com o objetivo de blindar a radiação e/ou reter radionuclídeos.
11. **Estabilidade Estrutural** - capacidade do produto ou do embalado de manter sua integridade física ao longo do tempo, isto é, suportar processos físicos e/ou químicos que possam resultar em sua decomposição e/ou degradação, ocasionando deformações, que levem a acomodações indesejadas dos materiais adjacentes e/ou sobrejacentes.
12. **Gerência de Rejeitos Radioativos (GRR)** – Conjunto de atividades administrativas e técnicas envolvidas na coleta, segregação, manuseio, tratamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, controle e deposição de rejeitos radioativos.
13. **Material Explosivo** - qualquer composto, mistura ou artigo que possa produzir uma substancial liberação de gás ou calor, com ou sem contato com chama ou faísca, provocando aumento repentino de volume.
14. **Programa de Controle de Processo (PCP)**: programa onde estão estabelecidos os parâmetros fundamentais de um determinado processo no âmbito da GRR, com o

objetivo de atingir as faixas de valores aceitáveis com relação às propriedades e/ou requisitos de qualidade estabelecidos nesta Norma.

15. **PGQ** – Programa de Garantia da Qualidade
16. **Produto** - rejeito radioativo incorporado ou não em matriz sólida, ou seja, o rejeito tratado na sua forma final sem a embalagem.
17. **Rejeito Radioativo** (ou simplesmente **Rejeito**) - qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na Norma CNEN-NE-6.02, e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista.
18. **Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação** - rejeitos contendo predominantemente, radionuclídeos emissores Beta e Gama com meia-vida da ordem de 30 anos, com quantidades de emissores Alfa iguais ou inferiores a  $3,7 \times 10^3$  Bq/g, e cujas taxas de calor não ultrapassem a  $2\text{kW/m}^3$ .
19. **Repositório ou Depósito Final** – instalação licenciada pelas autoridades competentes e destinada à deposição dos rejeitos, em observância aos critérios estabelecidos pela CNEN, os rejeitos radioativos provenientes de armazenamentos iniciais, depósitos intermediários e depósitos provisórios.
20. **Substância Pirofórica** - qualquer substância ou material capaz de inflamar-se e incendiar-se espontaneamente em presença de ar.
21. **Tratamento de Rejeitos** - qualquer operação ou procedimento que modifique as características originais dos rejeitos, visando aumentar a segurança e minimizar os custos das etapas posteriores de sua gerência.

#### 4. CRITÉRIOS GERAIS

Os critérios gerais estabelecidos nesta Norma, para os processos ou embalagens, conforme aplicável, compreendem os requisitos básicos de segurança para a aceitação de rejeitos, para fins de deposição.

##### 4.1 CONTEÚDO DE RADIONUCLÍDEOS

O tipo, composição e conteúdo de radionuclídeos do produto devem ser conhecidos e documentados com suficiente precisão para apresentar evidência de sua conformidade com os limites autorizados.

##### 4.2 TAXA DE DOSE SUPERFICIAL

A taxa de dose superficial do embalado, para efeito de transporte, não deve exceder os valores estabelecidos na Norma CNEN-NE-5.01 e as exposições ocupacionais resultantes deverão estar em conformidade com os valores estabelecidos na Norma CNEN-NN-3.01.

##### 4.3 CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL

A contaminação superficial externa do embalado deve ser inferior a  $4 \text{ Bq/cm}^2$  para emissores Beta e Gama, e,  $0,4 \text{ Bq/cm}^2$  para emissores Alfa. A avaliação da contaminação deve ser realizada conforme a Norma CNEN-NN-3.01.

#### **4.4 ESTABILIDADE ESTRUTURAL**

A estabilidade estrutural do produto e/ou embalado deve ser tal que assegure desempenho satisfatório do repositório.

#### **4.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO**

A resistência mecânica do produto cimentado homogêneo aos testes de compressão e tração, aos 28 dias, deve ser maior ou igual a 10 MPa e 1,0 MPa, respectivamente.

#### **4.6 LIXIVIAÇÃO**

A taxa de lixiviação para os radionuclídeos dominantes no produto solidificado, em 150m dias acumulados, a  $22 \pm 4^{\circ}\text{C}$ , deverá ser menor que 0,005 cm/dia para emissores Beta e Gama, e , quando aplicável, menor que 0,00005 cm/dia para emissores Alfa.

#### **4.7 MATERIAIS CORROSIVOS**

Os produtos que contenham corrosivos em quantidades passíveis de afetar adversamente o repositório, devem ser tratados ou acondicionados de forma a neutralizar o efeito desses materiais durante o tempo que se fizer necessário.

#### **4.8 EFEITOS DE RADIAÇÃO IONIZANTE E RADIAÇÃO TÉRMICA**

Os embalados, cujos níveis de radiação ionizante e/ou liberação de calor possam afetar adversamente o repositório, não serão aceitos para deposição e devem ser tratados ou acondicionados de forma a atender aos requisitos desta Norma.

#### **4.9 COMBUSTIBILIDADE**

A combustibilidade do produto ou do embalado deve ser tal que o potencial de incêndio seja tão baixo quanto razoavelmente exequível.

#### **4.10 GERAÇÃO DE GASES**

A geração de gases no embalado deve ser suficientemente baixa de forma a não afetar adversamente a segurança do Repositório.

#### **4.11 DEGRADAÇÃO MICROBIANA**

A fim de controlar a degradação microbiana, a presença de material orgânico no produto deve ser limitada a níveis tão baixos quanto possíveis.

#### **4.12 LÍQUIDO LIVRE**

A quantidade de líquido livre nos embalados deve ser limitada a 0,5 % do seu volume, de forma a não comprometer a qualidade do produto ou embalado.

#### **4.13 AGENTES QUELANTES OU COMPLEXANTES**

Os rejeitos que contenham agentes quelantes ou complexantes, devem ser tratados de forma a limitar a presença desses agentes, no produto, a fim de evitar aumento da lixiviação e a conseqüente migração de radionuclídeos.

#### **4.14 MATERIAIS EXPLOSIVOS E PIROFÓRICOS**

Os embalados que contenham materiais explosivos e/ou pirofóricos e/ou qualquer substância susceptível de produzir detonação ou reações exotérmicas em contato com a água não serão aceitos para deposição.

#### **4.15 RESISTÊNCIA À CORROSÃO**

As embalagens devem ser projetadas e fabricadas de forma a assegurar resistência à corrosão durante o tempo que se fizer necessário.

#### **4.16 SEGURANÇA CONTRA A CRITICALIDADE**

O conteúdo de materiais fisséis nos produtos deve ser limitado, de modo que em nenhuma circunstância, possam existir condições de criticalidade.

#### **4.17 IDENTIFICAÇÃO DO EMBALADO**

A identificação do embalado deve ser inequívoca, visível e permanente, bem como deve assegurar a correspondência com os documentos que contenham as informações sobre o produto.

#### **4.18 CONFIGURAÇÃO DA EMBALAGEM**

As embalagens de acondicionamento de rejeitos devem ser padronizadas e compatíveis com os procedimentos de manuseio, transporte e deposição.

#### **4.19 GASES COMPRIMIDOS E MATERIAIS TÓXICOS**

Os embalados contendo rejeitos gasosos, contidos em cilindros de gás pressurizado e os rejeitos contendo materiais tóxicos e perigosos, cujo risco potencial não tenha por origem a radioatividade, não serão aceitos para deposição.

### **5. CARACTERÍSTICAS PARA DEPOSIÇÃO**

Para deposição de rejeitos de baixo e médio níveis de radiação, objetivando o atendimento aos critérios gerais de aceitação, as seguintes características aplicam-se ao rejeito, ao produto, à embalagem e ao embalado:

#### **5.1 REJEITO**

Todo e qualquer rejeito tratado e/ou incorporado em matriz deverá cumprir os requisitos de segurança estabelecidos nesta Norma e possuir Programa de Controle de Processo (PCP) específico, sujeito à aprovação prévia pela CNEN.

##### **5.1.1 Rejeito Líquido**

O rejeito líquido deverá estar incorporado em matriz, homogeneamente distribuído e com um mínimo de material segregado, formando um produto monolítico.

##### **5.1.2 Resina**

As resinas deverão ser incorporadas em matriz, homogeneamente distribuídas e com um mínimo de material segregado, formando um produto monolítico.

##### **5.1.3 Rejeito Sólido Compressível**



Os rejeitos sólidos compressíveis deverão ser comprimidos com força de compactação igual ou superior a 500 kPa.

#### 5.1.4 Rejeito Sólido Não-Compressível

Todos os rejeitos não-compressíveis deverão ser imobilizados em matriz, de modo a reduzir o potencial de migração ou dispersão dos radionuclídeos.

#### 5.1.5 Filtros

Os filtros contaminados deverão ser imobilizados, fragmentados ou inteiros, em matriz, de modo a reduzir o potencial de migração ou dispersão dos radionuclídeos.

#### 5.1.6 Óleos

No caso de solidificação de óleos contaminados não será permitida a sua mistura ou diluição em rejeitos de outra natureza. Deverão ser observadas as recomendações concernentes à combustibilidade e, como os demais rejeitos, deverão ser incorporados em matriz, homoganeamente distribuídos e com um mínimo de segregação, formando um produto monolítico.

#### 5.1.7 Orgânicos

Rejeitos orgânicos deverão respeitar as recomendações concernentes à geração de gases e degradação microbiana e, assim como os demais rejeitos, deverão ser solidificados em matriz, com um mínimo de material segregado, formando um produto monolítico.

#### 5.1.8 Outros

Quaisquer rejeitos não incluídos no item 5.1 deverão ser objeto de consulta prévia a CNEN.

## 5.2 PRODUTO

### 5.2.1 Espaços Vazios

Os espaços vazios devem ser reduzidos tanto quanto possível no produto, bem como, entre este e a embalagem, considerando o "status" da tecnologia disponível.

### 5.2.2 Determinação da Fração Lixiviada

As taxas de lixiviação dos radionuclídeos dominantes no produto deverão ser determinadas por procedimentos previamente aceitos pela CNEN.

### 5.2.3 Aumento de Volume

O aumento de volume do produto solidificado deverá ser o menor possível e os dados deverão ser fornecidos pelo operador.

## 5.3 EMBALAGEM

Para efeito de deposição, nenhuma embalagem poderá ser utilizada sem a aprovação prévia da CNEN.

### 5.3.1 Projeto de Embalagem para Efeito de Deposição

O projeto de qualquer embalagem deverá ser submetido à aprovação prévia da CNEN.

### 5.3.2 Sobreembalagem

5.3.2.1 Quando necessário ou recomendável será permitida a colocação de uma embalagem no interior de outra, aqui chamada de sobreembalagem.

5.3.2.2 Os espaços ou vazios entre embalagem e sobreembalagem deverão ser preenchidos. O procedimento de preenchimento e o material a ser utilizado deverão ser submetidos à aprovação prévia pela CNEN.

5.3.2.3. As sobreembalagens estarão sujeitas aos mesmos requisitos exigidos para as embalagens.

### 5.3.3 Programa de Garantia da Qualidade da Fabricação de Embalagens

O PGQ deverá ser preparado de acordo com a Norma CNEN-NN-1.16, onde aplicável, e submetido à aprovação prévia pela CNEN.

### 5.3.4 Características da Embalagem

As embalagens devem:

- a) ser preferencialmente metálicas ou de concreto e ter formas cilíndricas;
- b) ter características geométricas ou dispositivos que permitam o manuseio e o deslocamento vertical.

### 5.3.5 Requisitos para a Fabricação de Embalagens de Concreto

- a) As embalagens fabricadas com concreto devem obedecer aos seguintes requisitos:
- b) todos os pontos de contato entre o material estrutural e o concreto devem ser livres de óleo, graxas, ferrugem ou qualquer substância que impeça a ligação adequada entre os materiais empregados na fabricação da embalagem;
- c) devem ter características físicas que assegurem sua estabilidade estrutural, pelo maior tempo possível, de acordo com o estado da arte, sob o peso de 4 m de camada de solo com umidade variável;
- d) a menor espessura deve ser de 10 cm e a de recobrimento das armações de ferro de no mínimo 4 cm;

o concreto deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- resistência à tração, aos 28 dias, maior ou igual a 5 MPa;
- resistência à compressão, aos 28 dias, maior ou igual a 54 MPa;
- perda de massa, aos 28 dias, menor ou igual a 30 kg/m<sup>3</sup>;
- contração, aos 28 dias, menor ou igual a 175 m/m;
- permeabilidade ao nitrogênio, aos 28 dias, menor ou igual a 5x10<sup>-14</sup> cm<sup>2</sup>;

### 5.3.6 Requisitos para a Fabricação de Embalagens Metálicas

As embalagens metálicas devem obedecer aos seguintes requisitos:

- a) terem preferencialmente forma cilíndrica e a espessura mínima da chapa metálica deve ser de 1,2mm;
- b) o volume de cada embalagem deve variar entre 200 a 210 litros, com diâmetro entre 0,55 a 0,57m;
- c) em casos especiais, outras formas geométricas, propostas pelos produtores de rejeitos, devem ser previamente submetidas à apreciação da CNEN, para definição dos parâmetros adicionais necessários ao confinamento;
- d) revestimento externo em esmalte sintético e interno com tinta epóxi, em cor contrastante com a cor do símbolo de radiação. (Sugere-se que os tambores tenham externamente a cor amarela ouro).

## **5.4 EMBALADO**

### **5.4.1 Identificação**

Os embalados devem ser inequívoca e precisamente marcados e identificados de maneira legível e durável em função de suas características radiológicas, bem como procedência. A identificação deverá incluir também o peso e ser tal que assegure a correspondência com os documentos que contenham as informações sobre o rejeito.

### **5.4.2 Registro dos Embalados**

Todos os embalados devem ter documentação registrando suas características físicas, químicas, radiológicas e mecânicas, bem como sua procedência. Além desses dados, devem também ser fornecidas as seguintes informações, conforme aplicável:

- a) descrição do processo de tratamento utilizado;
- b) degradação da matriz;
- c) porosidade;
- d) conteúdo de sólidos;
- e) condutividade térmica;
- f) expansão térmica;
- g) ponto de fulgor ou combustão;
- h) expansão devido à geração de gases ou pela absorção de água;
- i) solubilidade na água;
- j) corrosão;
- k) efeitos de ataques de microorganismos;
- l) decomposição estrutural e outros.

## COMISSÃO DE ESTUDOS

**Presidente:**

Wilson Melo da Silva Filho

SENOR/CNEN

**Membros:**

Roberto de Oliveira Segabinaze

ELETRONUCLEAR

Francisco Gennaro Miraglia

ELETRONUCLEAR

Vera Barreto

ELETRONUCLEAR

Lauro José de Barros Monte

ELETRONUCLEAR

Eliane Magalhães Pereira da Silva

CDTN/CNEN

Clédola Cássia Oliveira de Tello

CDTN/CNEN

Goro Hiromoto

IPEN/CNEN

Nerbe J. Ruperti Júnior

DIREJ/CGLC/DRS

Paulo Fernando Lavalle Heilbron Filho

DRS/CNEN

Alfredo Tranjan Filho

DRS/CNEN

Wilson Melo da Silva Filho

CNO/DRS/CNEN

**Secretário:**

Marcos Sodrê Grund

CSA/DRS/CNEN