

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



CNEN

Comissão Nacional
de Energia Nuclear

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

Resolu o 19/09/2002
D.O.U. 23/09/2002

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA DEPOSIÇÃO DE REJEITOS..... | 4 |
| RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO..... | 4 |
| 1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO..... | 4 |
| 1.1 OBJETIVO..... | 4 |
| 1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO..... | 4 |
| 2. GENERALIDADES..... | 4 |
| 2.1 INTERPRETAÇÕES E MODIFICAÇÕES..... | 4 |
| 2.2 COMUNICAÇÕES..... | 4 |
| 2.3 RESPONSABILIDADES..... | 4 |
| 2.4 NORMAS COMPLEMENTARES..... | 4 |
| 3. DEFINIÇÕES | 5 |
| 4. CRITÉRIOS GERAIS | 6 |
| 4.1 CONTEÚDO DE RADIONUCLÍDEOS..... | 6 |
| 4.2 TAXA DE DOSE SUPERFICIAL..... | 6 |
| 4.3 CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL..... | 6 |
| 4.4 ESTABILIDADE ESTRUTURAL..... | 6 |
| 4.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO..... | 6 |
| 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..... | 7 |
| 4.15 RESISTÊNCIA À CORROSÃO..... | 7 |
| 4.16 SEGURANÇA CONTRA A CRITICALIDADE..... | 7 |
| 4.17 IDENTIFICAÇÃO DO EMBALADO..... | 8 |
| 4.18 CONFIGURAÇÃO DA EMBALAGEM..... | 8 |
| 4.19 GASES COMPRIMIDOS E MATERIAIS TÓXICOS..... | 8 |
| 5. CARACTERÍSTICAS PARA DEPOSIÇÃO | 8 |
| 5.1 REJEITO..... | 8 |
| 5.2 PRODUTO..... | 9 |
| 5.3 EMBALAGEM..... | 9 |
| 5.4 EMBALADO..... | 10 |
| COMISSÃO DE ESTUDOS..... | 12 |

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-NE-3.01 | Diretrizes Básicas de Radioproteção; |
| CNEN-NE-5.01 | Transporte de Materiais Radioativos; |
| CNEN-NE-6.02 | Licenciamento de Instalações Radiativas. |

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 2kW/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-NE-3.01.

4.3 CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL

A contaminação superficial externa do embalado deve ser inferior a 4 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-NE-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 + 4°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 físséis 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, homogeneamente distribuído 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

As embalagens fabricadas com concreto devem obedecer aos seguintes requisitos:

- a) 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;
- b) 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;
- c) a menor espessura deve ser de 10 cm e a de recobrimento das armações de ferro de no mínimo 4 cm;
- d) o concreto deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:
 - i. resistência à tração, aos 28 dias, maior ou igual a 5 MPa;
 - ii. resistência à compressão, aos 28 dias, maior ou igual a 54 MPa;
 - iii. perda de massa, aos 28 dias, menor ou igual a 30 kg/m³;
 - iv. contração, aos 28 dias, menor ou igual a 175 µm/m;
 - v. permeabilidade ao nitrogênio, aos 28 dias, menor ou igual a 5x10⁻¹⁴ cm²;

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

CNO/CNEN

Membros: Roberto de Oliveira Segabinaze
Francisco Gennaro Miraglia
Vera Barreto
Lauro José de Barros Monte
Eliane Magalhães Pereira da Silva
Clédola Cássia Oliveira de Tello
Goro Hiromoto
Nerbe J. Ruperti Júnior
Paulo Fernando Lavalle Heilbron Filho
Alfredo Tranjan Filho

ELETRONUCLEAR
ELETRONUCLEAR
ELETRONUCLEAR
ELETRONUCLEAR
CDTN/CNEN
CDTN/CNEN
IPEN/CNEN
DIREJ/CGLC/DRS
DRS/CNEN
DRS/CNEN

Secretário: Marcos Sodrê Grund

CSG/DRS/CNEN