

## CAPITULO 8

### GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS

#### 8.1. REJEITOS RADIOATIVOS E DEPÓSITOS DE REJEITOS

Rejeitos radioativos são materiais radioativos para os quais não se prevê nenhuma utilização presente ou futura. Os rejeitos radioativos são originários de vários processos, como fontes de radioterapia exauridas (radioatividade abaixo da recomendada para uso em tratamentos); materiais contaminados em atividades com fontes radioativas abertas; materiais radioativos utilizados para pesquisa e não reutilizáveis, materiais contaminados na operação de centrais nucleares, como os filtros que mantém a água do reator purificada para seu uso normal; para-raios radioativos fora de uso; materiais produzidos na indústria de combustíveis nucleares, desde a mineração à produção do elemento combustível. Os níveis de concentração de radionuclídeos e sua forma física e química geram grande variedade de opções para o gerenciamento dos rejeitos e sua destinação.

Alguns rejeitos radioativos podem atingir níveis de inocuidade que permitem sua liberação como rejeitos normais. Isso irá depender do tipo de radionuclídeos que contém, da forma física em que se encontram, da concentração existente desses radionuclídeos no material e da meia-vida. As condições para a chamada dispensa estão estabelecidas em Norma da CNEN e devem ser rigorosamente obedecidas.

Os rejeitos radioativos, quando não atingem níveis que podem ser dispensados, devem ser armazenados de forma segura, de forma a não afetar os indivíduos ocupacionalmente expostos, os indivíduos do público ou o meio ambiente.

As condições para a denominada *dispensa ou não dos rejeitos* estão estabelecidas em Normas da CNEN e devem ser rigorosamente obedecidas. São elas: NE-6.05 de 17/12/1985 “*Gerência de rejeitos radioativos em Instalações Radiativas*”; NE-6.06 de 24/01/1990 “*Seleção e escolha de locais para depósito de rejeitos radioativos*” e NN-6.09 de 23/09/2002 “*Crítérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação*”.

Na legislação brasileira existem três tipos de depósito para rejeitos radioativos: o inicial, que é junto ao gerador do rejeito e de sua responsabilidade; o intermediário, sob responsabilidade da CNEN, que é onde ficam os rejeitos que aguardam sua destinação definitiva; e o depósito final, também sob responsabilidade da CNEN, que é para onde devem ser destinados os rejeitos para deposição definitiva. Além desses, pode ser definido o depósito provisório, destinado a guardar temporariamente os rejeitos gerados por ocasião de um acidente radiológico ou nuclear.

O manuseio e armazenamento de rejeitos são definidos pelo Plano de Gerenciamento de Rejeitos da Instalação.

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) em sua recente publicação N<sup>o</sup>. 122 de 2013, intitulada: *Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*, traz recomendações atualizadas para a proteção radiológica de pessoas ocupacionalmente expostas e meio ambiente.

## 8.2. CLASSIFICAÇÃO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

Os rejeitos são classificados segundo seus níveis e natureza da radiação, bem como suas meias-vidas. As classes, que estão definidas na Norma CNEN-NE-6.05, estão relacionadas ao nível de dispensa, ao armazenamento e ao tipo de deposição que deverão atender. As classes principais são:

- a) *Classe 0*: Rejeitos Isentos (RI): rejeitos contendo radionuclídeos com valores de atividade ou de concentração de atividade, em massa ou volume, inferiores ou iguais aos respectivos níveis de dispensa estabelecidos na Norma CNEN-NE-6.05.
- b) *Classe 1*: Rejeitos de Meia-Vida Muito Curta (RVMC): rejeitos com meia-vida inferior ou da ordem de 100 dias, com níveis de atividade ou de concentração em atividade superiores aos respectivos níveis de dispensa e que podem atender, num período de até 5 anos, aos critérios de dispensa estabelecidos na Norma CNEN-NE-6.05.
- c) *Classe 2*: Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN): rejeitos com meia-vida superior a dos rejeitos da *Classe 1*, com níveis de atividade ou de concentração em atividade superiores aos níveis de dispensa estabelecidos em Norma CNEN, bem como com potência térmica inferior a  $2 \text{ kW/m}^3$ . A *Classe 2* é subdividida em subclasses de acordo com determinadas características desse tipo de rejeitos.
- d) *Classe 3*: Rejeitos de Alto Nível de Radiação (RAN): Rejeitos com potência térmica superior a  $2 \text{ kW/m}^3$  e com concentrações de radionuclídeos de meia-vida longa que excedam as limitações para classificação como rejeitos de meia-vida curta.

## 8.3. REQUISITOS BÁSICOS DA GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS

São requisitos básicos da gerência de rejeitos radioativos:

- Deverá ser assegurada a minimização do volume e da atividade dos rejeitos radioativos gerados na operação de uma instalação nuclear, radiativa, minero-industrial ou depósito de rejeitos radioativos.
- Os rejeitos radioativos devem ser segregados de quaisquer outros materiais. A segregação dos rejeitos deve ser realizada no mesmo local em que foram gerados ou em ambiente apropriado, levando em conta as seguintes características, conforme aplicável:
  - a) estado físico (sólidos, líquidos ou gasosos);
  - b) meia-vida (muito curta, curta ou longa);
  - c) compactáveis ou não compactáveis;
  - d) orgânicos e inorgânicos;
  - e) biológicos (putrescíveis e patogênicos); e,
  - f) outras características perigosas (explosividade, combustibilidade, inflamabilidade, corrosividade e toxicidade química).

- Após a segregação, os rejeitos devem ser acondicionados em embalagens que atendam aos requisitos constantes da Norma NE- 6.05. As embalagens destinadas à segregação, à coleta, ao transporte e ao armazenamento de rejeitos devem portar o símbolo internacional da presença de radiação, fixado de forma clara e visível. As embalagens para armazenamento inicial devem ter suas condições de integridade asseguradas e, quando necessário, devem ser substituídas. As embalagens destinadas ao transporte não devem apresentar contaminação superficial externa em níveis superiores aos especificados na Norma NE-6.05.
- Os volumes contendo rejeitos radioativos devem possuir vedação adequada para evitar derramamento do seu conteúdo. Os volumes de rejeitos devem portar o símbolo indicativo de presença de radiação e devem apresentar fichas de identificação, afixadas externamente, informando:
  - a) dados sobre conteúdo, conforme especificado na Norma NE-6.05;
  - b) origem e data de ingresso no depósito de rejeitos radioativos;
  - c) taxa de dose máxima em contato com a superfície, com exceção dos rejeitos de meia-vida muito curta; e
  - d) data estimada para que se alcance o nível de dispensa, para radionuclídeos de meia-vida muito curta.
- Após acondicionamento em embalagens, os rejeitos devem ser identificados conforme modelo de ficha apresentada na Norma CNEN-NE-6.05 e classificados de acordo com as classes estabelecidas também nessa Norma. Os rejeitos devem ser mantidos armazenados até que possam ser eliminados, de acordo com os níveis de dispensa estabelecidos, ou transferidos para local determinado pela CNEN. Os rejeitos a serem eliminados devem ser previamente registrados, conforme especificado na Norma NE- 6.05.
- O local de armazenamento inicial de rejeitos deve ser incluído no projeto da instalação geradora de rejeitos.
- Os rejeitos armazenados para decaimento visando posterior dispensa devem ser mantidos separados de materiais radioativos em uso e de outros rejeitos a serem armazenados por período longo ou a serem removidos para local determinado pela CNEN;
- Os rejeitos radioativos devem ser mantidos separados de outros produtos perigosos, como explosivos, inflamáveis, oxidantes e corrosivos, conforme determinado pela análise de segurança.
- O armazenamento de rejeitos líquidos deve ser feito sobre bacia de contenção, bandeja, recipiente ou material absorvente com capacidade de conter ou absorver o dobro do volume do rejeito líquido presente na embalagem.
- Os veículos utilizados em transporte, tanto interno quanto externo, de rejeitos radioativos devem ser providos com meios de fixação adequados para os volumes, de modo a evitar danos aos mesmos. Após cada serviço de transporte interno ou externo de rejeitos, os veículos devem ser monitorados e, caso necessário, descontaminados.
- O transporte externo de rejeitos radioativos deve ser realizado em conformidade com a Norma de Transporte de Materiais Radioativos da CNEN, bem como com as demais normas e regulamentos de transporte vigentes.

## **8.4. DISPENSA PARA REJEITOS**

### **8.4.1. Rejeitos Líquidos**

A dispensa incondicional de rejeitos líquidos de instalações radiativas na rede de esgotos sanitários está sujeita aos seguintes requisitos:

- a) o rejeito deve ser prontamente solúvel ou de fácil dispersão em água;
- b) a quantidade de cada radionuclídeo liberada mensalmente pela instalação, na rede de esgotos sanitários, não deve exceder a quantidade que, se fosse diluída no volume médio mensal de esgoto liberado pela instalação, resultasse numa concentração média igual a 1/20 dos valores especificados na Coluna 1, Tabela B.1 do Anexo B;
- c) a quantidade anual total de radionuclídeos liberada na rede de esgoto sanitário, não deve exceder os valores especificados na Tabela B.2 do Anexo B.
- d) para radionuclídeos não constantes da Tabela B.2, a soma das quantidades anuais liberadas na rede de esgoto sanitário não deve exceder  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq (1Ci).
- e) a dispensa de excreta de pacientes internados com doses terapêuticas de radiofármacos deve ser feita de acordo com instruções estabelecidas na Norma CNEN-NN-3.05.

### **8.4.2. Rejeitos Sólidos**

A dispensa incondicional de rejeitos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano deve ter sua atividade específica limitada aos valores estabelecidos na Norma NE-6.05 para cada radionuclídeo. Para os radionuclídeos que não constem no Anexo, o limite de dispensa deverá ser aprovado pela CNEN, mediante consulta formal feita pelo titular.

Frascos, seringas e outros recipientes que tenham contido líquidos radioativos só podem ser dispensados no sistema de coleta de lixo hospitalar ou urbano, após a remoção de qualquer líquido radioativo residual. O líquido radioativo residual só pode ser eliminado na rede de esgotos em conformidade com os requisitos estabelecidos para eliminação de rejeitos líquidos.

Para fins de cálculo mais restritivo do tempo de decaimento necessário para dispensa de rejeitos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano, deve ser considerado que 10% do conteúdo radioativo inicial ficam adsorvidos no frasco, seringa ou outros materiais que tiveram contato com o líquido radioativo, salvo se estiver disponível método mais exato de medida.

Os rótulos de indicação de risco presentes no rejeito sólido devem ser retirados por ocasião de sua dispensa no sistema de coleta de lixo urbano.

O valor estabelecido para dispensa incondicional de grandes quantidades de objetos contaminados na superfície por radionuclídeos das séries naturais é  $0,3 \text{ Bq/cm}^2$ , considerando o radionuclídeo pai e seus descendentes.

### **8.4.3. Rejeitos gasosos**

A dispensa de rejeitos gasosos está sujeita à autorização da CNEN, com base na análise técnica dos fatores pertinentes, e deve tomar como referência os valores estabelecidos em Norma.

#### **8.4.4. Dispensa de efluentes em instalações nucleares e minero-industriais**

A dispensa de efluentes líquidos e gasosos de instalações nucleares e instalações minero-industriais no meio ambiente deve ser previamente autorizada pela CNEN, considerando os valores de concentração de radionuclídeos que correspondam a um valor de restrição de dose efetiva de 0,3 mSv/ano para o indivíduo do público.

#### **8.5. CONDIÇÕES PARA UM DEPÓSITO DE REJEITOS**

O depósito inicial ou intermediário de rejeitos, conforme aplicável deve:

- a) conter com segurança os rejeitos até que possam ser eliminados ou removidos para local determinado pela CNEN;
- b) garantir a proteção física dos rejeitos, com provisão de barreiras de segurança e evitando o acesso não autorizado;
- c) possuir um sistema que permita o controle da liberação de material radioativo para o meio ambiente, quando isso estiver autorizado;
- d) dispor de um sistema de monitoração de área;
- e) situar-se em local cercado e sinalizado, com acesso restrito a pessoal autorizado;
- f) ter piso e paredes impermeáveis e de fácil descontaminação;
- g) possuir blindagem para o exterior que assegure o cumprimento dos requisitos de proteção radiológica;
- h) possuir sistemas de ventilação, exaustão e filtração;
- i) dispor de meios que evitem a entrada de animais que possam provocar a dispersão do rejeito;
- j) assegurar as condições ambientais necessárias para evitar a degradação dos volumes;
- k) apresentar delimitação clara das áreas supervisionadas e controladas e, se necessário, locais reservados à monitoração e descontaminação individuais;
- l) possuir sistemas de tanques e drenos de piso livres de obstruções para coleta de líquidos provenientes de eventuais vazamentos e descontaminações;
- m) prover segurança contra ação de eventos induzidos por fenômenos naturais;
- n) dispor de meios para evitar decomposição de matéria orgânica;
- o) possuir barreiras físicas que visem a minimizar a dispersão e migração de material radioativo para o meio ambiente;
- p) dispor de procedimentos apropriados sempre afixados em paredes, quadros e outros lugares bem visíveis, para facilitar o manuseio de materiais, minimizar a exposição de indivíduos ocupacionalmente expostos e dos indivíduos do público, orientar as ações de resposta a emergências e dar outras orientações;
- q) dispor de acessos com dimensões suficientes para permitir deslocamentos e manobras de volumes;
- r) dispor de piso com resistência de carga compatível com a altura e peso do material a ser armazenado e de equipamentos de manejo de carga;
- s) permitir, a qualquer momento, acesso para inspeção visual e identificação dos volumes;
- t) dispor de meios para proteção e combate a incêndio; e
- u) ter capacidade de armazenamento adequada, de modo a minimizar riscos de acidentes durante o manuseio de rejeitos pelo tempo que se fizer necessário.

## **8.6. REGISTROS E INVENTÁRIOS**

Toda instalação deve manter um sistema atualizado de registro de rejeitos radioativos, abrangendo:

- a) a identificação do tipo de rejeito, sua origem e a localização da embalagem que o contém;
- b) a procedência e o destino do rejeito;
- c) a data de ingresso dos volumes no depósito;
- d) os radionuclídeos presentes em cada volume, atividades associadas e atividade total;
- e) a taxa de dose máxima em contato com a superfície, com exceção dos rejeitos de meia-vida muito curta;
- f) a data estimada para que se alcance o nível de dispensa, se aplicável;
- g) as dispensas de rejeitos realizadas, particularizando as atividades diárias liberadas;
- h) as transferências externas e internas; e
- i) outras informações pertinentes à segurança;

O registro da dispensa de rejeitos deve ser mantido atualizado. Quando os rejeitos estiverem armazenados para decaimento, o registro deve especificar a data estimada para dispensa. Qualquer modificação ou correção realizada nos dados constantes nos registros deve ser claramente justificada e documentada. Os registros, bem como os documentos relativos às suas correções, devem ser mantidos na instalação.

O controle de inventário de todo rejeito radioativo, de acordo com formulário exemplificado na Norma CNEN-NE-6.05 deverá estar disponível na instalação para avaliação durante inspeções da CNEN ou para ser enviado quando solicitado.

## **8.7. TRANSFERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS DE UMA INSTALAÇÃO PARA OUTRA**

A transferência, no País, de rejeitos de uma instalação é permitida, exclusivamente, para locais determinados pela CNEN.

É proibida a importação de rejeitos radioativos. A admissão temporária de rejeitos radioativos no País, para fins de tratamento, é permitida somente diante autorização prévia da CNEN.

Toda exportação de rejeito radioativo, sob qualquer forma e composição química, em qualquer quantidade, só poderá ser efetivada mediante autorização prévia da CNEN.

## **8.8. O PLANO DE GERENCIAMENTO DE REJEITOS RADIOATIVOS**

Toda instalação que trabalhe com material radioativo e que produza rejeitos radioativos deve dispor de um Plano de Gerência de Rejeitos Radioativos, dentro do contexto dos respectivos processos de licenciamento e controle. Entre essas instalações estão os centros de medicina nuclear e de outras da área de saúde, as instalações de pesquisa, as instalações nucleares, instalações minero-industrial que trabalham com

minérios que tenham tório ou urânio associado, instalações de extração e exploração de petróleo que retirem peças ou tubulações contaminadas do processo de extração.

Devem constar desse Plano:

- a) a descrição dos rejeitos radioativos  
Devem ser descritos os rejeitos radioativos gerados (sólido, líquido, gasoso), os radionuclídeos presentes e sua composição química, o volume gerado mensalmente e respectiva atividade bem como assinalar, quando aplicável, a existência de outros riscos associados (por exemplo, putrescibilidade, patogenicidade, inflamabilidade).
- b) a classificação dos rejeitos gerados  
Os rejeitos radioativos devem ser classificados em conformidade com o estabelecido na Norma CNEN- NE- 6.05.
- c) os procedimentos para coleta, segregação, acondicionamento e identificação dos rejeitos  
Devem ser descritos os procedimentos adotados para coleta, segregação, acondicionamento e identificação dos rejeitos gerados, informando os recipientes empregados e os parâmetros adotados para identificação (características radiológicas, características físico-químicas, características biológicas e origem).
- d) o local e procedimentos para o armazenamento inicial  
Deve ser descrito o local selecionado para armazenamento de rejeitos radioativos, sendo anexado o croqui dessas instalações. O local deve atender aos requisitos estabelecidos na Norma da CNEN, garantindo, entre outras coisas, que as paredes internas sejam lisas e pintadas com tinta plástica impermeável, o acesso controlado e a área sinalizada. Também devem ser descritos os procedimentos adotados para controle de rejeitos gerados e para determinação do tempo de armazenamento necessário para decaimento e posterior dispensa, quando for o caso.
- e) o tratamento dos rejeitos, quando autorizado  
Para executar o tratamento de rejeitos deve obrigatoriamente existir autorização formal da CNEN. Os processos propostos devem ser descritos, com vistas à obtenção da autorização específica da CNEN.
- e) as condições para dispensa de rejeitos radioativos, quando for o caso  
As restrições e condições para dispensa de rejeitos devem obedecer estritamente as Normas da CNEN. Devem ser descritos os procedimentos:
  - adotados para dispensa de rejeitos radioativos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano;
  - adotados para dispensa de rejeitos radioativos líquidos na rede de esgoto;
  - para transferência de rejeitos radioativos para local determinado pela CNEN.
- f) os registros e inventários mantidos  
A instalação deve manter registros sobre os rejeitos, em conformidade com a Norma, contendo, em particular, os dados sobre os rejeitos, a localização dos

respectivos volumes, procedência e destino, transferências e eliminações realizadas. Esses registros devem ser descritos no Plano de Gerenciamento de Rejeitos. Deve ser realizado o controle de variação de inventário de todo o material radioativo do laboratório, inclusive rejeitos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma CNEN-NE-6.05, *Gerência de rejeitos radioativos em Instalações Radiativas*, 17/12/1985

Norma CNEN-NE-6.06, *Seleção e escolha de locais para depósito de rejeitos radioativos*, de 24/01/1990.

Norma CNEN-NN-6.09, *Critérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação*, 23/09/2002.

Norma CNEN-NE-3.05, *Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear*, 19/04/1996

ICRP N° 122, *Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*, Annals of ICRP, 2013.