

**CNEN - NE - I.10**  
**NOV. - 1980**

**SEGURANÇA DE SISTEMAS DE BARRAGEM  
DE REJEITOS CONTENDO RADIONUCLÍDEOS**



**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR**


RESOLUÇÃO CNEN-07/80


A Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), usando das atribuições que lhe confere a Lei nº.... 6.189, de 16 de dezembro de 1974 e de acordo com a decisão adotada em sua 489a. Sessão, realizada em 10 de novembro de 1980.

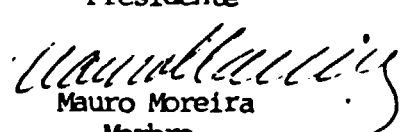
**RESOLVE:**

Aprovar, em caráter experimental a Norma "SEGURANÇA DE SISTEMAS DE BARRAGEM DE REJEITOS CONTENDO RADIONUCLÍDEOS", anexo a presente Resolução.

Rio de Janeiro, 10 de novembro de 1980

  
Hervásio G. de Carvalho  
Presidente

  
Rex Nazaré Alves  
Membro

  
Mauro Moreira  
Membro

  
Fernando de Mendonça  
Membro

  
Ivano Humbert Marchesi  
Membro

DEPARTAMENTO DE NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Comissão de Estudo 1.10

Presidente: Marcos Grimberg - CNEN

Membros : Fernando G.Bianchini - CNEN

Francisco J.B.de Alencar Pinto - CNEN

H.Rhenold Franzen - CNEN

José Solito - CNEN

Luiz A.Milani Martins - CNEN

Maurício Müller - CNEN

Severino S.Agra Fº - IRD/CNEN

Mary Estela A.de Oliveira - NUCLEBRÁS

Ruy Carnide H.Ferreira - NUCLEBRÁS

Wellington A.Souares - NUCLEBRÁS

Achilles Suarez - IPEN

Anselmo Salles Paschoa - PUC/RJ

Lauro Akira Takata - ARAFÉRTIL

Henrique Zeringotta - ARAFÉRTIL

Antônio J.P.Vieira de Mello - CBMM

Nivaldo Ribeiro Costa - MINERAÇÃO CATALÃO

Paulo A.Falcão de Mendonça - VALEP

Secretária: Leila Pelegrini Loureiro - CNEN

## S U M Á R I O

### NE-1.10 - SEGURANÇA DE SISTEMAS DE BARRAGEM DE REJEITOS CONTENDO RADIONUCLÍDEOS.

	Página
1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO.....	1
1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	1
2. GENERALIDADES.....	1
2.1 OBRIGATORIEDADE, ISENÇÕES E REQUISITOS ADICIONAIS	1
2.2 REQUERIMENTOS, COMUNICAÇÕES E INTERPRETAÇÕES.....	2
2.3 CONDIÇÕES DOS CERTIFICADOS.....	2
3. DEFINIÇÕES E SIGLAS.....	2
4. CARACTERÍSTICAS DO LOCAL.....	6
4.1 GEOMORFOLOGIA.....	6
4.2 METEOROLOGIA.....	6
4.3 HIDROLOGIA.....	6
4.4 GEOLOGIA E SISMOLOGIA.....	7
4.5 FAUNA E FLORA , E USOS DE ÁGUAS E TERRAS.....	8
5. PROJETO E CONSTRUÇÃO.....	8
5.1 REQUISITOS BÁSICOS DE PROJETO.....	8
5.2 REQUISITOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO.....	9

	Página
6. ANÁLISE DE SEGURANÇA.....	10
6.1 DIRETRIZ GERAL.....	10
6.2 ANÁLISE HIDROLÓGICA.....	10
6.3 ANÁLISE DE ESTABILIDADE.....	11
6.4 ANÁLISE DE ACIDENTES.....	12
7. PROGRAMAS BÁSICOS DE SEGURANÇA.....	13
7.1 PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL E OCUPACIONAL...	13
7.2 PROGRAMA DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO.....	13
7.3 PROGRAMA DE DESCOMISSIONAMENTO.....	15
7.4 PROGRAMA DE CONTROLE DE UTILIZAÇÃO DE REJEITOS....	16
8. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS.....	17

CNEN	SEGURANÇA DE SISTEMAS DE BARRAGEM DE REJEITOS CONTENDO RADIONUCLÍDEOS	NE-1.10
<p>1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO</p> <p>1.1 OBJETIVO</p> <p>1.1.1 O objetivo desta Norma é estabelecer as informações e requisitos mínimos exigidos pela CNEN para a emissão do <u>CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO RELATÓRIO DE ANÁLISE DE SEGURANÇA</u> relativo a um SISTEMA DE BARRAGEM DE REJEITOS contendo radionuclídeos, tendo em vista assegurar níveis de contribuição de radioatividade ao meio-ambiente tão baixos quanto razoavelmente exequível.</p> <p>1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO</p> <p>1.2.1 Esta Norma aplica-se ao projeto, construção, operação e descomissionamento de <i>Sistemas de Barragem de Rejeitos</i>, cujos reservatórios sejam destinados à deposição de rejeitos contendo concentrações apreciáveis, a juízo da CNEN, de radionuclídeos de meia-vida longa resultantes da operação de usinas de tratamento de minérios e de outras indústrias.</p> <p>1.2.2 O julgamento da CNEN, referido no item anterior, poderá ser efetuado preliminarmente, mediante requerimento do Representante acompanhado de uma descrição detalhada das características e quantidades anuais dos rejeitos, com especificação da natureza e concentração dos radionuclídeos presentes.</p> <p>2. GENERALIDADES</p> <p>2.1 OBRIGATORIEDADE, ISENÇÕES E REQUISITOS ADICIONAIS</p> <p>2.1.1 É obrigatório, para cada <i>Sistema de Barragem de Rejeitos-SBR</i> contendo radionuclídeos de meia-vida longa, o respectivo <u>Certificado de Aprovação do Relatório de Análise de Segurança-CARAS</u>, emitido pela CNEN, conforme disposições desta Norma, independentemente do cumprimento de outros requisitos estabelecidos por Autoridades competentes.</p>		

2.1.2 No caso de instalações nucleares, as exigências desta Norma constituirão parte integrante dos respectivos processos de licenciamento.

2.1.3 A CNEN pode, mediante requerimento do *Representante* ou por sua própria iniciativa, conceder isenções de requisitos desta Norma se, a seu critério, considerar que tais isenções não comprometem a saúde e a segurança dos trabalhadores e público em geral e o meio-ambiente.

2.1.4 A CNEN pode, através de Resolução, Norma ou outro documento, estabelecer requisitos adicionais aos constantes nesta Norma, conforme considerar apropriado ou necessário.

## 2.2 REQUERIMENTOS, COMUNICAÇÕES E INTERPRETAÇÕES

2.2.1 Os requerimentos, notificações, relatórios e demais comunicações decorrentes das disposições desta Norma, devem ser endereçados pelo *Representante* à Presidência da CNEN, exceto quando explicitamente determinado de outra forma.

2.2.2 O requerimento do CARAS deve ser acompanhado de 3 (três) vias do projeto básico completo do SBR e do respectivo *Relatório de Análise de Segurança - RAS* com as informações e requisitos mínimos especificados nesta Norma.

2.2.3 Qualquer dúvida que possa surgir com referência às disposições desta Norma, será dirimida pela CNEN mediante parecer do Departamento competente e aprovação da Comissão Deliberativa.

## 2.3 CONDIÇÕES DOS CERTIFICADOS

2.3.1 Cada CARAS emitido pela CNEN implica no cumprimento pela empresa proprietária do respectivo SBR, de todas obrigações decorrentes das disposições desta Norma, especialmente com relação aos Programas Básicos de Segurança referidos na seção 7.

## 3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições e siglas:

- 1) *Barragem para Rejeitos* (ou simplesmente *barragem*)-obra com a finalidade de reter sólidos e líquidos gerados pela operação de usinas de tratamento de minério e outras indústrias.
- 2) *Barragem de Enrocamento* - barragem de material granular na qual mais de 50% do volume total é de enrocamento compactado ou lançado, com impermeabilização adequada.
- 3) *Barragem de Terra* - barragem de material natural construída basicamente de argila compactada, com seções homogêneas ou zoneadas e contendo mais do que 50% de terra.
- 4) *Barragem de Terra Zoneada* - barragem de terra construída, segundo sua seção transversal, de zonas de materiais selecionados de diferentes graus de porosidade, permeabilidade e densidade.
- 5) *Borda Livre* - distância vertical entre a crista da barragem e o nível máximo de água no reservatório determinado pela cheia de projeto aplicável.
- 6) *CARAS* - *Certificado de Aprovação do Relatório de Análise de Segurança*.
- 7) *Certificado de Aprovação do Relatório de Análise de Segurança* - documento emitido pela CNEN para certificar a conformidade do *Relatório de Análise de Segurança* de determinado SBR com as disposições desta Norma.
- 8) *Cheia Máxima Provável* - máxima cheia estimada com base nos fatores geográficos, hidrometeorológicos e geológicos característicos da região geográfica envolvida.
- 9) *CMP* - *Cheia Máxima Provável*.
- 10) *CNEN* - *Comissão Nacional de Energia Nuclear*
- 11) *Descomissionamento do SBR* - atividade que se inicia logo após



cessarem as operações de lançamento de rejeitos no *reservatório*, prolongando-se até que se possa prever a não ocorrência de efeitos ambientais inaceitáveis.

- 12) *Entubamento* - processo progressivo de erosão interna de maciços terrosos por carreamento de partículas ou solubilização de material, resultando na formação de condutos subterrâneos.
- 13) *Estabilização de Rejeitos* (ou simplesmente *estabilização*) - conjunto de medidas necessárias para minimizar a longo prazo a erosão por ventos e águas e a *lixiviação* de rejeitos para águas de superfície e subterrâneas, bem como para prevenir a superação de qualquer limite aplicável de exposição à radiação.
- 14) *Estabilização Física* - isolamento da área de deposição de rejeitos, por meio de cobertura suficientemente espessa de materiais resistentes, tais como: argila compactada, terra, concreto, etc, recebendo a superfície acabada um tratamento mecânico adequado conforme o caso.
- 15) *Estabilização Química Completa* - adição de produtos químicos em quantidades suficientes para produzir reações químicas que solidifiquem as lamas ou rejeitos semi-fluídos.
- 16) *Estabilização Química Superficial* - aplicação de produtos químicos à superfície final de deposição de rejeitos, a fim de formar uma crosta resistente ao intemperismo.
- 17) *Estabilização Vegetal* - estabelecimento de cobertura vegetal apropriada sobre a superfície de deposição de rejeitos.
- 18) *Fundação* - material natural (solo ou rocha) passível de tratamento para melhoria de suas qualidades de resistência e de permeabilidade, que serve como apoio para o maciço da barragem.

- 19) *Liquefação* - perda significativa de rigidez de solos por diminuição de coesão e de atrito.
- 20) *Lixiviação* - processo, químico ou físico, no qual materiais solúveis são carregados por líquido percolante.
- 21) *Local* - área geográfica contendo o SBR, definida por uma divisa perimetral e que não seja passível de inundação por futuros aproveitamentos hidrelétricos.
- 22) *Ombreira* - terreno natural situado nas encostas do vale, que funciona como apoio lateral do maciço da *barragem* ou de outras estruturas auxiliares.
- 23) *Percolação* - fluxo ou movimento intersticial de líquido através da *barragem*, *fundação*, *ombreiras* ou *reservatório de rejeitos*.
- 24) RAS - *Relatório de Análise de Segurança*
- 25) *Relatório de Análise de Segurança* - relatório elaborado pela indústria proprietária do SBR e submetido à CNEN, contendo as informações e requisitos mínimos de acordo com o disposto nesta Norma.
- 26) *Representante* - pessoa física autorizada a agir em nome do proprietário do SBR.
- 27) *Reservatório de Rejeitos* (ou simplesmente *reservatório*) - espaço volumétrico delimitado pela *barragem* e margens, e destinado à deposição de rejeitos.
- 28) SBR - *Sistema de Barragem de Rejeitos*
- 29) *Sistema de Barragem de Rejeitos* - sistema compreendendo a *barragem*, *fundação*, *ombreiras* e *reservatório de rejeitos*.
- 30) *Superelevação* - distância vertical entre o nível determinado pela cheia de projeto aplicável e o nível máximo de deposição de rejeitos.
- 31) *Tratamento* - processo destinado a garantir à jusante do SBR, níveis de radioatividade dos efluentes líquidos compatíveis com as normas pertinentes da CNEN.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

As características do *local* especificadas nos itens desta seção devem constar do *Relatório de Análise de Segurança - RAS* referido no item 2.2.2.

##### 4.1 GEOMORFOLOGIA

4.1.1 O RAS deve incluir uma descrição detalhada do *local*, complementada com mapas e fotografias aéreas e com a identificação de características geomorfológicas especiais, tais como:

- feições naturais e artificiais passíveis de comprometerem a contenção efetiva de radioatividade dentro do SBR;
- feições potencialmente perigosas, tais como vestígios de antigos escorregamentos, capazes de reativação;
- ocorrências de antigas inundações que possam indicar eventos hidrológicos infreqüentes, porém, perigosos em potencial.

##### 4.2 METEOROLOGIA

4.2.1 O RAS deve conter uma descrição da meteorologia comprovadamente aplicável ao *local*, com indicação das condições sazonais do tempo (período mínimo de 1 ano e previsão histórica onde existir), incluindo direção e velocidade de ventos, intensidade de precipitação pluvial, umidade relativa, variação de temperatura e taxa de evaporação.

##### 4.3 HIDROLOGIA

4.3.1 O RAS deve incluir:

- descrição detalhada da hidrologia, de superfície e de sub-superfície, do *local* e adjacências, complementada por mapas, plantas, seções, esquemas apropriados, e com a indicação de lençóis freáticos, cursos d'água, sumidouros, redes de drenagem e áreas de captação de deflúvios no interior do *reservatório*;

- análise das direções de escoamento, gradientes, potencial de reversibilidade de fluxo dos lençóis freáticos situados dentro da zona com influência potencial no reservatório;
- análise e descrição da permeabilidade da área do reservatório;
- análise radiométrica das águas superficiais e subterrâneas, estabelecida a partir de amostras colhidas em piezômetros e/ou poços de monitoração com posições definidas;
- relação e descrição das cheias históricas significativas no local e adjacências.

4.3.2 As características hidrológicas apresentadas no RAS devem ser suficientes para uma determinação independente:

- da capacidade de migração de contaminantes do reservatório para águas subterrâneas;
- da cheia máxima provável ou cheia de projeto para o SBR.

#### 4.4 GEOLOGIA E SISMOLOGIA

##### 4.4.1 O RAS deve incluir:

- mapeamento geológico de superfície do local, analisando sua conexão com a fisiografia regional;
- descrição das condições geológicas estruturais, estratigráficas e litológicas do local, relacionando-as à história geológica e à geologia regional;
- plantas, mapas e seções transversais geológicas e geotécnicas, indicando a localização do SBR e seu relacionamento com os materiais de subsuperfície e a topografia do local;
- investigações de subsuperfície no local e em possíveis áreas de empréstimo, abrangendo a classificação e propriedades físicas dos materiais subjacentes à fundação, a localização e caracterização das camadas de solo e de rocha e as

propriedades hidrogeológicas , de modo a permitir a avaliação da conveniência da *fundação* e *ombreiras*, dos requisitos para tratamento da *fundação* e da disponibilidade e características de materiais de empréstimo da *barragem*;

- determinação da permeabilidade dos solos e rochas, necessária para estimar a *percolação* na *barragem* e *fundação*, o potencial de *entubamento* e, se necessário, os métodos de controle de *percolação*.

#### 4.4.2 O RAS deve relacionar:

- as características dos materiais subjacentes à *fundação* relativas à transmissão de movimentos sísmicos, tais como: velocidade de propagação da onda sísmica, densidade , teor de umidade, porosidade e resistência mecânica;
- os abalos sísmicos, registrados historicamente, que tenham afetado ou que se possa supor que tivessem afetado a região num raio de 300 km com centro no *local*, incluindo a data de ocorrência , os epicentros ou áreas de intensidade máxima e as magnitudes medidas ou estimadas.

#### 4.5 FAUNA E FLORA, E USOS DE ÁGUAS E TERRAS

4.5.1 O RAS deve incluir a descrição da flora e fauna do *local* e adjacências.

4.5.2 O RAS deve identificar os usos de águas e terras, atuais e futuros num raio mínimo de 10km, caracterizando, especialmente , as atividades : pecuária , agrícola, industrial, residencial e recreacional.

#### 5. PROJETO E CONSTRUÇÃO

##### 5.1 REQUISITOS BÁSICOS DE PROJETO

5.1.1 O SBR deve permanecer estável, inclusive após cessarem as operações de deposição de rejeitos no *reservatório*.

5.1.2 O SBR deve possuir o tipo e estanqueidade necessários, compatíveis com a natureza dos rejeitos a serem depositados, em particular, com o tipo e nível de radioatividade, meia-vida dos radionuclídeos presentes e a mobilidade dos rejeitos.

5.1.3 O SBR deve ser conjugado, se necessário, a critério da CNEN, com o tratamento dos efluentes líquidos provenientes do reservatório, qualquer que seja a origem (percolação, vertedores, etc).

5.1.4 O SBR deve assegurar que a contaminação de terras e águas superficiais e subterrâneas por percolação e infiltração não resulte em níveis de radioatividade superiores aos admitidos nas normas pertinentes da CNEN.

5.1.5 O SBR deve ter fundação com permeabilidade compatível com o objetivo de minimizar a percolação.

5.1.6 O fundo do reservatório deve ser suficientemente impermeável, a fim de minimizar fugas e contaminação de lençóis freáticos.

## 5.2 REQUISITOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO

5.2.1 As propriedades dos materiais de construção do SBR devem ser minuciosamente investigadas, especialmente no que concerne a índices físicos, resistência ao cisalhamento, adensamento, expansibilidade, permeabilidade, compactação, susceptibilidade de ruptura e de erosão interna, e erosão pelo vento e pela água.

5.2.2 Os materiais, antes de serem utilizados para a construção do SBR, devem ser analisados para verificação da presença de materiais degradáveis, deletérios ou de outros inconvenientes.

5.2.3 Os rejeitos ou o estéril, contendo concentrações apreciáveis, a juízo da CNEN, de radionuclídeos de meia-vida longa, são inaceitáveis como materiais de construção do SBR.

5.2.4 A presença de formigueiros ou túneis escavados por animais, bem como o crescimento de arbustos nos taludes, que poderiam causar *percolações* danosas no SBR, devem ser verificados.

5.2.5 No caso de *barragens de terra e/ou enrocamento* a serem erigidas por etapas, deve ser adotado o método de construção de montante para jusante.

5.2.6 O cronograma de construção do SBR deve assegurar a existência da *borda livre* necessária durante as épocas de ocorrência de cheias.

5.2.7 Os taludes da *barragem* devem ter proteção adequada contra erosão causada pela ação da água e do vento e contra intemperismo.

## 6. ANÁLISE DE SEGURANÇA

### 6.1 DIRETRIZ GERAL

6.1.1 O RAS deve conter os dados relativos às bases, critérios, modelos analíticos, métodos, hipóteses e condições de cálculo, e particularidades de projeto de arquitetura, em detalhe suficiente para permitir uma avaliação independente pela CNEN.

### 6.2 ANÁLISE HIDROLÓGICA

6.2.1 A *barragem* deve ter sempre uma *borda livre* suficiente para impedir o transbordamento por ondas geradas por vento, incluindo uma margem para o recalque previsto para o SBR.

6.2.2 A *barragem* de contenção total (sem o vertedouro) deve ter uma *superelevação* satisfazendo os seguintes requisitos:

- ser suficiente para estocar deflúvios ao longo de sua vida de serviço;
- ser adequada para estocar a *cheia máxima provável* - CMP cerca de 3 a 5 dias após ter ocorrido outra cheia com 40%

de sua intensidade, precedidas ou seguidas de uma cheia de 100 anos e admitindo uma elevação do nível de deposição no *reservatório* equivalente ao deflúvio anual médio.

6.2.2.1 Alternativamente, não sendo de contenção total, deve haver uma capacidade de descarga de emergência capaz de escoar a *cheia máxima provável* e satisfazendo o item 5.1.3.

### 6.3 ANÁLISE DE ESTABILIDADE

6.3.1 A estabilidade do SBR deve ser assegurada sob quaisquer condições de construção, operação e *descomissionamento*, combinadas com *percolação* permanente e sempre com movimento sísmico.

6.3.1.1 Para efeitos da análise, a sismicidade do *local* deve ser considerada, no mínimo, equivalente a 5,5 na escala Richter.

6.3.1.2 A *percolação* estimada (conforme o disposto em 5.1.4) através da *barragem*, *fundação*, *ombreiras*, e *área do reservatório* deve se manter dentro de limites aceitáveis, de modo a prevenir pressões neutras excessivas, *entubamentos*, *sola-pamentos* e *carreamento* de materiais por perda em *fissuras*, *jun-tas* e *cavidades*.

6.3.1.3 As condições de construção e operação a serem consideradas são:

- I - reservatório vazio (final de construção)
- II - reservatório parcialmente cheio.
- III - reservatório cheio.

6.3.1.4 O recalque, total ou diferencial, do SBR, deve se situar dentro de limites toleráveis que não resultem em *fissu-ramento* prejudicial e *instabilidade* do sistema.

6.3.2 A análise sísmica de estabilidade do SBR pode ser realizada com emprego do "método da carga estática equivalente", desde que o coeficiente sísmico adotado reflita apropriadamen-



te as condições geológicas e sismológicas do *local* (observado o disposto em 6.3.1.1) e os solos e materiais não sejam sujeitos à perda apreciável de resistência sob cargas dinâmicas (sismos e vibrações provocadas por ondas de choque).

6.3.2.1 O potencial de *liquefação* dos solos e materiais deve ser avaliado com emprego dos métodos próprios mais aperfeiçoados disponíveis.

6.3.2.2 Na consideração do carregamento estático devem ser usados "métodos de equilíbrio limite" comumente aceitos (tais como os métodos: do círculo de atrito, das fatias e das cunhas), com base em propriedades estáticas de solos e rochas estabelecidas através de amostras representativas sob condições previstas "in situ" e adjacências.

6.3.3 A análise para estimar a taxa e o valor dos recalques previstos para o SBR, deve basear-se em resultados de ensaios apropriados de laboratório.

6.3.4 A análise para avaliar a vazão de *percolação* e seus efeitos na estabilidade do SBR pode ser baseada em métodos gráficos, modelos reduzidos e soluções matemáticas, usando parâmetros apropriados para os solos e rochas.

#### 6.4 ANÁLISE DE ACIDENTES

6.4.1 A análise de acidentes deve abranger todos os acidentes de probabilidade não desprezível, desde os menores até os acidentes básicos de projeto do SBR, incluindo suas causas e conseqüências radiológicas.

6.4.1.1 Os métodos, hipóteses e condições adotados na estimativa das conseqüências em pessoas e propriedades exteriores ao *local*, e na sua minimização, bem como as providências para atenuação do acidente, devem ser fornecidos.

6.4.1.2 As condições meteorológicas, hidrológicas, topográficas, geotécnicas ou outras circunstâncias e combinações de condições adversas, devem ser consideradas na análise.

6.4.2 A análise de migração e liberação de radionuclídeos, e das conseqüências radiológicas decorrentes, deve basear-se em informações detalhadas sobre os respectivos grupos críticos.

## 7. PROGRAMAS BÁSICOS DE SEGURANÇA

### 7.1 PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL E OCUPACIONAL

7.1.1 O RAS deve incluir a descrição detalhada do programa de monitoração ambiental no *local* e circunvizinhanças até uma distância do *local* que permita a detecção de qualquer movimento de contaminantes no ar, água e solo, oriundos do *reservatório*.

7.1.2 A monitoração ambiental deve começar, aproximadamente, 3(tres) anos antes do início das operações de deposição de rejeitos, a fim de estabelecer os níveis de radiação de fundo, bem como suas variações sazonais, de contaminantes potenciais no *local* e adjacências e deve prosseguir durante a fase operacional e o *descomissionamento*.

7.1.3 O RAS deve incluir a descrição detalhada do programa de monitoração ocupacional.

### 7.2 PROGRAMA DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

7.2.1 O RAS deve incluir a descrição detalhada do programa de inspeção e manutenção sistemáticas para detectar e reparar danos passíveis de diminuir a integridade do SBR, abrangendo, no mínimo, as seguintes inspeções de campo:

- a) exame dos maciços de terra e/ou de enrocamento e as áreas adjacentes aos seus pés de jusante, para o registro de qualquer evidência de recalque localizado ou global, de pressões ou cavidades.

- b) exame dos taludes dos maciços para verificação de alinhamentos e discrepâncias das superfícies uniformes e planas, variações anormais do alinhamento e cotas de crista, em relação ao projeto, evidências de deformações ou movimentos nos pés ou adjacentes a eles e trincas superficiais com indícios de movimentação.
- c) exame das superfícies de jusante das *ombreiras*, taludes e pés dos maciços, contatos das transições entre os maciços de terra e as áreas do vale a jusante, para a verificação de evidências de *percolações* atuais ou anteriores.
- d) investigação das fontes de *percolação*, incluindo a presença de formigueiros ou túneis escavados por animais e o crescimento de arbustos nos taludes.
- e) exame de todos os sistemas de drenagem para se verificar se os mesmos deixam passar livremente as vazões previstas e se a água não está carreando material do maciço ou da *fundação*.
- f) exame das proteções dos taludes para a verificação de ravinas formadas por erosão e entalhes ou plataformas produzidos por ondas.
- g) exame da evolução das pressões neutras da *barragem*, *fun*-*dações*, *ombreiras* e margens do *reservatório*.

7.2.2 O RAS deve incluir a descrição detalhada do programa da instrumentação a ser instalada na *barragem* ou sua *fundação* a fim de registrar alterações que possam ser críticas para a estabilidade do SBR ou condições de *percolação*.

7.2.2.1 A instrumentação instalada deve ser suficiente para medir o desempenho e a segurança da *barragem* (tais como: medidores de níveis piezométricos, vazão de *percolação*, qualidade da água e movimentos ou deformações dos maciços de ter

ra, etc).

7.2.3 Os relatórios dos programas de inspeção e instrumentação devem ser avaliados tecnicamente de modo a permitir a adoção de ações efetivas imediatas, se necessário.

7.2.3.1 Os relatórios dos programas e da avaliação respectiva devem ser mantidos no *local*, de modo a poderem ser revistos pelos técnicos da CNEN.

7.2.3.2 Devem ser descritos detalhadamente os planos de emergência para assegurar a adoção de medidas suficientemente rápidas de modo a impedir que trabalhadores e público em geral recebam doses superiores às admitidas nas normas pertinentes adotadas pela CNEN.

7.2.4 O programa de inspeção e manutenção deve ser implementado desde o início da construção do SBR, durante a operação e descomissionamento.

### 7.3 PROGRAMA DE DESCOMISSIONAMENTO

7.3.1 O SBR deve ser estabilizado, química e fisicamente, de modo a assegurar que os efluentes do *local* atendam, naturalmente, os níveis regulatórios aceitáveis.

7.3.1.1 A estabilização deve ser efetuada, tão cedo quanto praticável após cessar a deposição de rejeitos.

7.3.2 O SBR estabilizado deve apresentar meios para selar ou eliminar fontes de drenagem contaminadas, a fim de evitar, tanto quanto possível, necessidade de coletar e tratar tal drenagem.

7.3.3 O SBR estabilizado deve ser protegido contra a contribuição de áreas de drenagem circundantes, por meio de canais de derivação ou outro meio de proteção adequado.

7.3.4 O SBR estabilizado e canais de derivação associados devem ser inspecionados regularmente e logo após qualquer ocor -

rência adversa (tal como: cheia, sismo etc) de modo a assegurar integridade contínua do sistema de *estabilização*.

7.3.4.1 A manutenção necessária para restituir ao sistema ou canais de derivação, sua eficácia original, deve ser realizada o mais cedo possível.

7.3.4.2 As inspeções devem incluir levantamentos apropriados para determinar concentrações ambientais de radionuclídeos.

7.3.4.3 Os registres das atividades de levantamentos, inspeção e manutenção devem ser mantidos à disposição da CNEN.

7.3.5 O SBR *estabilizado* deve ser controlado e sinalizado, de modo aprovado, para restringir o ingresso de pessoas e para prevenir o uso não autorizado de estêreis e rejeitos da mineração.

7.3.6 O compromisso de *estabilização*, controle e manutenção do SBR a longo termo, deve constar como cláusula obrigatória de qualquer transação imobiliária sobre a propriedade da área onde está situado.

7.3.6.1 A CNEN deve ser informada imediatamente sobre o novo proprietário.

#### 7.4 PROGRAMA DE CONTROLE DE UTILIZAÇÃO DE REJEITOS

7.4.1 O RAS deve incluir a descrição do programa de controle de utilização dos rejeitos referidos no item 5.2.3, contidos no SBR, visando coibir seu uso como materiais de construção de um modo geral.

7.4.1.1 A utilização dos rejeitos para outros fins deve ser previamente submetida à aprovação da CNEN.

## 8. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

A obrigatoriedade estabelecida no item 2.1.1 aplica-se, a juízo da CNE N, ao SBR incluso no item 1.2.1 que, na data de publicação desta Norma no Diário Oficial da União, já esteja em construção, em operação ou em *descomissionamento*.

8.1 A CNE N analisará a emissão do CARAS, requerido consoante o item 2.2.2, considerando o projeto e as obras em andamento ou já realizadas e, se for o caso, exigirá da respectiva indústria proprietária, a proposição de soluções técnicas para reparar não conformidades do projeto ou das obras com dispositivos desta Norma, estabelecendo um prazo para a implementação daquelas soluções que a CNE N aprovar.

8.1.1 Será atribuído caráter prioritário à reparação das seguintes não conformidades:

- inexistência do *tratamento* que for considerado necessário, requerido em 5.1.3;
- ausência ou insuficiência da garantia requerida em 5.1.4, relativo às consequências radiológicas da *percolação* e infiltrações;
- utilização do estéril ou rejeitos, contendo radionuclídeos de meia vida longa, como material de construção do SBR, contrariando o item 5.2.3;
- inexistência de qualquer dos programas de segurança especificados nas seções 7.1 a 7.4.

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR**  
**Rua General Severiano, 90 — Botafogo — ZC-02**  
**Rio de Janeiro—20000—R.J.**

---