



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 240-8249/532-2143
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1997,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

JUN 1997

NBR 13896

Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação

Procedimento

Origem: Projeto 01:603.06-006/1993
CEET - Comissão de Estudo Especial Temporária de Meio Ambiente
CE-01:603-06 - Comissão de Estudo de Tratamento de Resíduos Sólidos
Industriais
NBR 13896 - Solid wastes landfill - Project, instalation and operation criteria -
Procedure
Descriptors: Landfill. Solid wastes (non hazardous)
Válida a partir de 30.07.1997

Palavras-chave: Aterro. Resíduo sólido não perigoso

12 páginas

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- ANEXO - Tabelas

1 Objetivo

Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento

NBR 10004 - Resíduos sólidos - Classificação

NBR 10007 - Amostragem de resíduos - Procedimento

NBR 12988 - Líquidos livres - Verificação em amostra de resíduos - Método de ensaio

NBR 13895 - Construção de poços de monitoramento e amostragem - Procedimento

3 Definições

Os termos técnicos utilizados nesta Norma estão definidos em 3.1 a 3.16 e na NBR 10004.

3.1 Chuva de pico de cinco anos

Chuva de maior intensidade que ocorre em um período de recorrência de cinco anos.

3.2 Coeficiente de permeabilidade

Relação entre a descarga específica e o gradiente hidráulico, conforme definido pela Lei de Darcy para meios porosos, utilizando-se água destilada no ensaio.

$$\left(\begin{array}{c} \text{descarga} \\ \text{específica} \end{array} \right) = R \times \left(\begin{array}{c} \text{gradiente} \\ \text{hidráulico} \end{array} \right)$$

Onde:

R = coeficiente de permeabilidade

3.3 Impermeabilização

Deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração no solo dos líquidos percolados, através da massa de resíduos.

3.4 Monitoramento dos gases

Operação realizada através da medição da concentração e vazão dos gases gerados no aterro.

3.5 Período de recorrência

Tempo decorrido para a repetição de um evento hidrológico.

3.6 Plano de emergência

Plano que define as ações que devem ser tomadas no caso de emergência, como fogo, explosão, derramamentos e liberação de gases tóxicos, e descreve os equipamentos de segurança a serem instalados, incluindo o nome da pessoa responsável pela coordenação das ações de emergência na instalação.

3.7 Plano de fechamento

Descrição dos procedimentos a serem realizados por ocasião do encerramento das atividades da instalação, tais como:

- a) medidas que devem promover a desativação;
- b) operações de manutenção que devem ser observadas após o fechamento;
- c) estimativas da qualidade e da quantidade dos resíduos dispostos até a data do fechamento;
- d) usos do local após o término das operações.

3.8 Plano de inspeção e manutenção preventiva

Descrição das atividades rotineiras necessárias para promover uma manutenção adequada da instalação.

3.9 Rede de drenagem subsuperficial

Sistema de captação e remoção do líquido que percola através do resíduo.

3.10 Rede de drenagem superficial

Sistema de captação e desvio das águas de escoamento superficial das áreas externa e interna do aterro.

3.11 Registro das operações

Relato das ocorrências verificadas na instalação, o qual deve incluir:

- a) origem, qualidade, quantidade e localização no aterro dos resíduos recebidos;
- b) dados de monitoramento da instalação;
- c) incidentes verificados na instalação.

3.12 Sistema de detecção de vazamentos

Sistema drenante colocado sob as camadas impermeabilizantes, que objetiva detectar eventuais falhas na impermeabilização.

Nota: Este sistema deve ser construído de forma a coletar e conduzir os líquidos vazados até um ponto de observação, que não deve ser um meio de entrada de águas pluviais na área do aterro.

3.13 Sistema de monitoramento de águas subterrâneas

Rede de poços que tem por finalidade permitir a avaliação de possíveis influências do líquido percolado na qualidade das águas do lençol freático, conforme a NBR 13895.

3.14 Solo insaturado

Solo cujo volume de água intersticial é menor do que o volume de vazios.

3.15 Núcleos populacionais

Localidade sem a categoria de sede administrativa, mas com moradias, geralmente em torno de igreja ou capela, com pequeno comércio.

3.16 Áreas sensíveis

Áreas de recarga de aquíferos, áreas de proteção de mananciais, mangues e *habitat* de espécies protegidas, áreas de preservação permanente conforme declaradas pelo Código Florestal, ou áreas de proteção ambiental - APA's.

4 Condições gerais

Para assegurar o projeto, instalação e operação adequados de um aterro de resíduos não perigosos são estabelecidas exigências relativas à localização, segregação e análise de resíduos, monitoramento, inspeção, fechamento da instalação e treinamento de pessoal.

Notas: a) Os aterros projetados através de métodos diferentes dos estabelecidos nesta Norma devem assegurar os mesmos níveis de proteção, segurança e eficiência.

b) Toda a instalação deve ter seu projeto desenvolvido conforme a NBR 8419 e previamente analisado e aprovado pelo OCA - Órgão de Controle Ambiental.

4.1 Critérios para localização

Um local para ser utilizado para aterros de resíduos não perigosos deve ser tal que:

- a) o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado;
- b) a aceitação da instalação pela população seja maximizada;
- c) esteja de acordo com o zoneamento da região;
- d) possa ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.

4.1.1 Para a avaliação da adequabilidade de um local aos critérios descritos em 4.1, diversas considerações técnicas devem ser feitas:

- a) topografia - esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;

Nota: Locais com declividades maiores que 30% podem ser utilizados a critério do OCA.

- b) geologia e tipos de solos existentes - tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;

- c) recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;

Nota: A critério do OCA essa distância pode ser alterada.

- d) vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;

- e) acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação;

- f) tamanho disponível e vida útil - em um projeto, estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;

- g) custos - os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento;

- h) distância mínima a núcleos populacionais - deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m.

Nota: A critério do OCA essa distância pode ser alterada.

4.1.2 Em qualquer caso, obrigatoriamente, os seguintes critérios devem ser observados:

- a) o aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos;

- b) entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região;

- c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;

Nota: Um subsolo com coeficiente de permeabilidade superior a 5×10^{-5} cm/s pode vir a ser aceito pelo OCA, a seu critério, dependendo do tipo de resíduo a ser disposto e das demais condições hidrogeológicas do local do aterro, desde que este valor não exceda 10^{-4} cm/s.

- d) os aterros só podem ser construídos em áreas de uso conforme legislação local de uso do solo.

4.2 Isolamento e sinalização

Um aterro que recebe resíduos não perigosos deve possuir:

- a) cerca que circunde completamente a área em operação, construída de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais;

- b) portão junto ao qual seja estabelecida uma forma de controle de acesso ao local;

- c) sinalização na(s) entrada(s) e na(s) cerca(s) com tabuletas contendo os dizeres "PERIGO - NÃO ENTRE";

- d) cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor da instalação, quando os aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética assim o exigirem;

- e) faixa de proteção sanitária *non-aedificant* de no mínimo 10 m de largura.

4.3 Acessos

Os acessos internos e externos devem ser protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.

4.4 Iluminação e força

O local do aterro deve ter iluminação e força de modo a permitir uma ação de emergência mesmo à noite, além de possibilitar o uso imediato dos diversos equipamentos (bombas, compressores, etc.).

4.5 Comunicação

O local deve possuir sistema de comunicação interno e externo, para pelo menos permitir o seu uso em ações de emergência.

4.6 Análise de resíduos

4.6.1 Nenhuma instalação pode iniciar o recebimento de um resíduo sem que este tenha sido previamente analisado para determinação de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende seu correto manuseio e disposição.

4.6.2 Um local de disposição deve possuir um plano rotineiro de amostragem e análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos que chegam. Este plano deve descrever:

- a) os parâmetros que devem ser analisados em cada resíduo, justificando-se cada um;
- b) o método de amostragem utilizado, de acordo com a NBR 10007;
- c) os métodos de análise e ensaios a serem utilizados;
- d) a frequência de análise;
- e) a incompatibilidade com outros resíduos.

4.6.3 Com o objetivo de facilitar a elaboração deste plano, é apresentada em 4.6.3.1 a 4.6.3.4 uma sugestão dos tópicos a serem enfocados.

4.6.3.1 Descrição sucinta do resíduo quanto ao seu aspecto geral e processo gerador.

4.6.3.2 Procedimento de amostragem:

- a) descrição do local onde a amostra deve ser coletada;
- b) indicação dos métodos de amostragem utilizados (NBR 10007 ou outro método a especificar e justificar).

4.6.3.3 Procedimentos de análise:

- a) determinações (parâmetros) a serem efetuadas;
- b) justificativa da escolha dos parâmetros;
- c) realização das análises - citar método e sua origem;
- d) frequência de análise.

4.6.3.4 Incompatibilidade com outros resíduos: indicar se o resíduo, quando manipulado na instalação, apresenta incompatibilidade com outros, especificando-os.

4.7 Treinamento

4.7.1 O correto funcionamento de um aterro é fundamental na minimização de possíveis efeitos danosos ao meio ambiente. Desta forma, a capacitação do operador é um fator primordial e os responsáveis pelos locais de disposição devem fornecer treinamento adequado aos seus funcionários.

4.7.2 Este treinamento deve incluir:

- a) forma de operação da instalação, dando-se ênfase à atividade específica a ser desenvolvida pelo indivíduo;
- b) procedimentos a serem tomados em casos de emergência.

4.7.3 Deve ser feito um registro contendo uma descrição do programa de treinamento realizado por cada indivíduo na instalação.

5 Condições específicas

5.1 Proteção das águas subterrâneas e superficiais

5.1.1 Monitoramento de águas subterrâneas

5.1.1.1 Aplicação

Todas as instalações que tratem, estoquem ou depositem resíduos não perigosos devem possuir sistema de monitoramento de águas subterrâneas, podendo este sistema, em alguns casos, ser dispensado a critério do OCA.

5.1.1.2 Padrões de proteção das águas subterrâneas

Um aterro deve ser construído e operado de forma a manter a qualidade das águas subterrâneas. Tendo em vista o seu uso para o abastecimento público, esta Norma considera que a qualidade das águas subterrâneas, na área da instalação, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente.

Nota: Nos casos em que o aquífero apresentar naturalmente qualquer um dos parâmetros listados na legislação vigente, em concentrações superiores aos limites recomendados, ou ainda quando o(s) poluente(s) principal(is) contido(s) no resíduo não estiver(em) citado(s) nesta legislação, o OCA pode estabelecer padrões para cada caso, levando em conta:

- a) a concentração do constituinte;
- b) os usos atuais e futuros do lençol freático;
- c) os constituintes perigosos existentes nos resíduos;
- d) a detectabilidade destes constituintes;
- e) o potencial de efeito adverso na qualidade destas águas e corpos de água superficial, conectados hidráulicamente com o lençol freático.

5.1.1.3 Localização dos poços de monitoramento

Os poços de monitoramento devem ser em número suficiente, instalados adequadamente, de forma que as amostras retiradas representem a qualidade da água existente no aquífero mais alto, na área do aterro, devendo ser observados os seguintes itens:

- a) o sistema de poços de monitoramento deve ser constituído de no mínimo quatro poços, sendo um a montante e três a jusante no sentido do fluxo de escoamento preferencial do lençol freático;
- b) os poços devem ter diâmetro mínimo de 101,6 mm (4 pol.) e ser revestidos e tampados na parte superior para evitar contaminação das amostras.

5.1.1.4 Período de monitoramento

A instalação deve ser monitorada durante a sua vida útil, incluindo o tempo de pós-fechamento.

Nota: Caso o padrão estabelecido em 5.1.1.2 seja excedido, o proprietário da instalação é obrigado a recuperar a qualidade do aquífero contaminado. Para tanto, deve apresentar um plano de correção do problema ao OCA.

5.1.1.5 Programa de monitoramento

O programa de monitoramento do aterro deve atender ao prescrito em 5.1.1.5.1 a 5.1.1.5.6.

5.1.1.5.1 Indicar os parâmetros a serem monitorados, considerando os seguintes aspectos:

- a) os tipos, quantidades e concentrações dos constituintes dos resíduos a serem dispostos;
- b) a mobilidade, a estabilidade e a persistência desses constituintes;
- c) o limite de detecção do método de análise e possíveis produtos de reações que ocorrem no aquífero;
- d) parâmetros traçadores que indiquem a presença da pluma de contaminação.

5.1.1.5.2 Estabelecer e citar os procedimentos para coleta, preservação e análise das amostras.

5.1.1.5.3 Estabelecer valores naturais para todos os parâmetros do programa. Estes valores podem ser definidos pela tomada de amostras em poços situados a montante da instalação após o início de operação e, preferivelmente, pela amostragem do lençol antes deste início. Por uma questão de representatividade estatística, o valor natural deve ser estabelecido a partir de pelo menos quatro amostragens realizadas em intervalos de três meses.

5.1.1.5.4 Para se avaliarem possíveis variações nos valores naturais nos poços a jusante, seguir o critério da comparação de duas médias (estatística t de Student) conforme descrição a seguir:

- a) a estatística t para todos os parâmetros, com exceção do pH, é definida por:

$$t^* = \frac{\bar{X}_m - \bar{X}_b}{\sqrt{\frac{S_m^2}{N_m} + \frac{S_b^2}{N_b}}}$$

Onde:

\bar{X}_m = média aritmética dos valores do parâmetro no poço a ser comparado

\bar{X}_b = média aritmética dos valores naturais (obtidos nos poços de montante)

S_m^2 = variância dos valores do parâmetro no poço a ser comparado

S_b^2 = variância dos valores naturais (obtidos nos poços de montante)

N_m = número de observações do parâmetro no poço a ser comparado

N_b = número de observações dos valores naturais (obtidos nos poços de montante)

- b) o t crítico é calculado por:

$$t_c = \frac{W_b t_b + W_m t_m}{W_b + W_m}$$

Onde:

t_b = valor tabelado de t (monocaudal) para $(N_b - 1)$ graus de liberdade e 0,05 de nível de significância (ver Tabela 1 do Anexo)

t_m = valor tabelado de t (monocaudal) para $(N_m - 1)$ graus de liberdade e 0,05 de nível de significância (ver Tabela 1 do Anexo)

$$W_b = \frac{S_b^2}{N_b}$$

$$W_m = \frac{S_m^2}{N_m}$$

Notas: a) Se t^* for igual ou maior que t_c , então é possível concluir que houve aumento significativo no parâmetro.

b) Para o parâmetro pH o teste é bicaudal; t^* é tomado em seu valor absoluto e t_c calculado para t bicaudal. A comparação é feita da mesma maneira que a anterior.

5.1.1.5.5 Prever uma análise de todos os parâmetros a serem monitorados, pelo menos quatro vezes ao ano, em cada poço, durante o período de vida ativa da instalação.

5.1.1.5.6 Registrar o nível do lençol freático a cada coleta realizada e determinar a velocidade e a direção do escoamento do lençol freático.

5.2 Impermeabilização do aterro, drenagem e tratamento do líquido percolado

5.2.1 Sempre que as condições hidrogeológicas do local escolhido para a implantação do aterro não atenderem às especificações de 4.1.1-b) deve ser implantada uma camada impermeabilizante da superfície inferior conforme:

- a) ser construída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência, de modo a evitar rupturas devido a pressões hidrostáticas e hidrogeológicas, contato físico com o líquido percolado ou resíduo, condições climáticas e tensões da instalação da impermeabilização ou aquelas originárias da operação diária;
- b) ser colocada sobre uma base ou fundação capaz de suportá-la, bem como resistir aos gradientes de pressão acima e abaixo da impermeabilização, de forma a evitar sua ruptura por assentamento, compressão ou levantamento do aterro;
- c) ser instalada de forma a cobrir toda a área, de modo que o resíduo ou o líquido percolado não entre em contato com o solo natural.

5.2.2 O sistema de drenagem para a coleta e a remoção de líquido percolado do aterro deve ser:

- a) instalado imediatamente acima da impermeabilização;
- b) dimensionado de forma a evitar a formação de uma lâmina de líquido percolado superior a 30 cm sobre a impermeabilização;
- c) construído de material quimicamente resistente ao resíduo e ao líquido percolado, e suficientemente resistente a pressões originárias da estrutura total do aterro e dos equipamentos utilizados em sua operação;
- d) projetado e operado de forma a não sofrer obstruções durante o período de vida útil e pós-fechamento do aterro.

5.2.3 O sistema de tratamento do líquido percolado do aterro deve:

- a) ser projetado, construído e operado de forma que seus efluentes atendam aos padrões de emissão e garantam a qualidade do corpo receptor;

- b) ter efluentes monitorados pelo menos quatro vezes ao ano.

Nota: O proprietário da instalação pode ser dispensado da construção das obras referidas em 5.2.1 a 5.2.3, caso apresente um projeto alternativo e demonstre para o OCA que este projeto, aliado às características locais, propicia uma contenção, reação ou diluição do líquido percolado, de forma que não haja liberação de constituintes perigosos para as águas subterrâneas ou corpos d'água próximos, atingindo níveis acima do aceitável, em qualquer época ou tempo futuro. Para tanto, o OCA deve considerar:

- a) a natureza e a quantidade dos resíduos;
- b) a hidrogeologia do local, incluindo a capacidade de atenuação e a espessura das camadas do solo presente entre o aterro e o aquífero ou corpos d'água superficiais;
- c) o projeto alternativo proposto.

5.2.4 O responsável pelo aterro deve projetar, construir, operar e manter um sistema de desvio de águas superficiais da área do aterro capaz de suportar uma chuva de pico de cinco anos.

5.2.5 O sistema de drenagem de água não contaminada deve ser inspecionado regular e obrigatoriamente após as tempestades, com a finalidade de manter, repor, dessorear e esgotar as bacias de contenção e de dissipação de energia, a fim de manter o sistema em operação.

5.2.6 Sob o sistema artificial de impermeabilização inferior deve haver um sistema de detecção de vazamento de líquido percolado.

Nota: Se houver aparecimento de líquido no sistema de detecção, o responsável deve:

- a) notificar ao OCA dentro de sete dias o aparecimento do problema;
- b) analisar a qualidade deste efluente;
- c) remover, tratar, se for o caso, e dispor o líquido acumulado;
- d) diminuir a níveis aceitáveis o fluxo de líquido percolado, através da recuperação da impermeabilização ou de outras medidas equivalentes.

5.2.7 Todo o sistema de impermeabilização artificial deve ser testado quanto ao seu desempenho e durante a vida útil do aterro.

5.3 Emissões gasosas

Todo aterro deve ser projetado de maneira a minimizar as emissões gasosas e promover a captação e tratamento adequado das eventuais emanações.

5.4 Segurança do aterro

Um aterro deve ser operado e mantido de forma a minimizar a possibilidade de fogo, explosão ou derramamento/vazamento de resíduos que possam constituir ameaça a saúde humana ou ao meio ambiente.

5.4.1 Segregação

Resíduos ou substâncias que ao se misturarem provocam efeitos indesejáveis, tais como fogo e liberação de gases tóxicos, ou, ainda, facilitam a lixiviação das substâncias tóxicas não devem ser colocados em contato. A Tabela 2 do Anexo mostra os prováveis efeitos indesejáveis resultantes da mistura desses resíduos.

5.4.2 Plano de emergência

Em caso de acidentes devem ser tomadas, coordenadamente, medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos decorrentes. Tal seqüência de procedimentos deve estar discriminada no chamado Plano de Emergência, que deve conter:

- a) informações de possíveis incidentes e das ações a serem tomadas;
- b) indicação da(s) pessoa(s) que deve(m) atuar como coordenador(es) das ações de emergência, indicando seu(s) telefone(s) e endereço(s); esta lista deve estar sempre atualizada;
- c) lista de todo equipamento de segurança existente, incluindo localização, descrição do tipo e capacidade.

5.4.3 Coordenador de emergência

5.4.3.1 Para cada aterro de resíduos deve ser designado um funcionário que, lotado na própria instalação ou em local de rápido acesso, tenha a responsabilidade de coordenar todas as medidas necessárias para o controle de casos de emergência.

5.4.3.2 Este coordenador deve estar familiarizado com o plano de emergência, com as operações existentes nas instalações e a localização e características dos resíduos manuseados, assim como deve ter autoridade para liberar os recursos materiais e financeiros, necessários para a consecução de tal plano.

5.4.4 Equipamento de segurança

A instalação deve ser equipada e manter adequadamente todos os equipamentos de segurança necessários aos tipos de emergências possíveis de ocorrer (por exemplo: equipamentos de combate a incêndio onde houver possibilidade de fogo). Além disso, um sistema de comunicação com a polícia e/ou corpo de bombeiros deve obrigatoriamente existir na instalação.

5.4.5 Apresentação do plano de emergência

Com o objetivo de facilitar a elaboração deste plano é apresentada em 5.4.5.1 a 5.4.5.5 uma sugestão de sua forma de apresentação.

5.4.5.1 Indicar os equipamentos, aparelhos e métodos utilizados no aterro para:

- a) alarme e comunicação interna;
- b) comunicação externa;
- c) controle de emergência:
 - equipamento para controle de incêndio;
 - equipamento para controle de derramamento;
 - equipamento de descontaminação;
 - outros (especificar).

5.4.5.2 Órgãos contatáveis em casos de emergência, com endereços e telefones que devem constar em um quadro em local visível. Estes órgãos são:

- a) corpo de bombeiros;
- b) órgão de controle do meio ambiente;
- c) pronto-socorro/médicos;
- d) defesa civil/polícia;
- e) órgão de serviços urbanos da Prefeitura local.

5.4.5.3 Coordenadores em casos de emergência (listar todos os indivíduos qualificados a atuar nesta posição em ordem de prioridade):

- a) nome e ocupação;
- b) endereço;
- c) telefones (residência e escritório).

5.4.5.4 Listar todos os equipamentos de emergência da instalação e sua localização, e fazer a descrição de cada item.

5.4.5.5 Procedimento de emergência:

- a) indicar situações de emergência prováveis:
 - incêndio;
 - explosão;
 - liberação de gases;
 - vazamentos de líquidos;
 - outros;
- b) apresentar o manual de procedimentos a serem seguidos em cada emergência;
- c) indicar mecanismos de liberação dos recursos financeiros e materiais.

5.4.6 Acesso ao plano de emergência

A instalação deve manter uma cópia do plano de emergência em local de fácil acesso e garantir que todos os seus funcionários tenham conhecimento do seu conteúdo.

5.5 Inspeção e manutenção

5.5.1 Obrigação da inspeção, manutenção e correção de eventual problema

O proprietário ou encarregado da operação deve inspecionar a instalação de modo a identificar e corrigir eventuais problemas, que possam provocar a ocorrência de acidentes prejudiciais ao meio ambiente ou à saúde humana.

5.5.2 Plano de inspeção e manutenção

A instalação deve possuir um plano de inspeção para verificar a integridade de seus componentes, tais como de monitoramento das águas superficiais e subterrâneas, de segurança e daqueles responsáveis pela operação e estrutura do aterro (drenos, diques, bermas e bombas). Este plano deve incluir:

- problemas que devem ser observados durante a inspeção, tais como bombas inoperantes ou vazando, erosão nos diques, drenos entupidos, etc.;
- freqüência da inspeção, que deve levar em conta a probabilidade de falha do equipamento;
- revisar o plano de emergência.

Exemplo de apresentação de um plano de inspeção.

Componente e/ou estrutura da instalação, sistema ou peça de equipamento	Possível falha ou deterioração	Freqüência de inspeção	Sugestões para ações corretivas

5.6 Procedimentos para registro da operação

5.6.1 Controle da operação

A instalação deve possuir um registro de sua operação, que deve ser mantido até o fim de sua vida útil, incluindo o período de pós-fechamento.

5.6.2 Conteúdo do registro

O registro deve conter as seguintes informações:

- descrição e quantidade de cada resíduo recebido e a data de sua disposição;
- indicação do local onde o resíduo foi disposto, bem como sua quantidade e o respectivo número de manifesto, se houver;
- registro das análises efetuadas nos resíduos;
- registro das inspeções realizadas e dos incidentes ocorridos e respectivas datas;
- dados referentes ao monitoramento das águas superficiais e subterrâneas e, se for o caso, de efluentes gasosos gerados.

Nota: Qualquer que seja a utilização da área do aterro e mesmo no caso de qualquer transação (venda total ou parcial da área) o proprietário ou responsável pela área deve manter este registro.

5.6.3 Relatório anual

Deve ser preparado um relatório anual contendo:

- a descrição do tipo e da quantidade recebida (no ano e acumulada) de cada resíduo não perigoso, por gerador;
- os dados relativos ao monitoramento das águas superficiais e subterrâneas e, se for o caso, de efluentes gasosos gerados.

5.7 Condições gerais de operação

5.7.1 Recebimento de resíduos no aterro

Não devem ser aceitos, no aterro, resíduos inflamáveis, reativos ou que contenham líquidos livres (nos termos da NBR 12988). A disposição de embalagens em aterro deve obedecer às seguintes condições:

- vazias e reduzidas a um volume mínimo possível;
- íntegras, com resíduos até 90% de sua capacidade, desde que estes resíduos não contenham líquidos livres.

5.7.2 Material carregado pelo vento

Em locais onde existe a possibilidade de carregamento de materiais pelo vento, o aterro deve possuir dispositivos e ser operado de forma a eliminar este tipo de problema.

5.8 Plano de encerramento e cuidados para fechamento do aterro

5.8.1 Objetivos do plano de encerramento

Por ocasião do encerramento da operação do aterro, devem ser tomadas medidas de forma a:

- a) minimizar a necessidade de manutenção futura;
- b) minimizar ou evitar a liberação de líquido percolado contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera.

5.8.2 Plano de encerramento

No plano de encerramento devem constar:

- a) os métodos e as etapas a serem seguidas no fechamento total ou parcial do aterro;
- b) o projeto e construção da cobertura final, de forma a minimizar a infiltração de água na célula, exigir pouca manutenção, não estar sujeita a erosão, acomodar assentamento sem fratura e possuir um coeficiente de permeabilidade inferior ao solo natural da área do aterro;
- c) a data aproximada para o início das atividades de encerramento;
- d) uma estimativa dos tipos e da quantidade de resíduos que devem estar presentes no aterro, quando encerrado;
- e) usos programados para a área do aterro após seu fechamento;

- f) monitoramento das águas após o término das operações;
- g) atividades de manutenção da área;
- h) provisão dos recursos financeiros necessários para a execução das tarefas previstas neste plano.

Nota: Todas as obras para o total encerramento da instalação devem ser realizadas até no máximo seis meses após o recebimento da última carga de resíduos.

5.8.3 Atividade após o encerramento do aterro

5.8.3.1 Monitoramento das águas subterrâneas, por um período de 20 anos após o fechamento da instalação.

Nota: Este período pode ser reduzido, uma vez constatado o término da geração de líquido percolado, ou então estendido caso se acredite ser insuficiente.

5.8.3.2 Manutenção dos sistemas de drenagem e de detecção de vazamento de líquido percolado até o término da sua geração.

5.8.3.3 Manutenção da cobertura de modo a corrigir rachaduras ou erosão.

5.8.3.4 Manutenção do sistema de tratamento de líquido percolado, se existente, até o término da geração desse líquido ou até que esse líquido (influyente no sistema) atenda aos padrões legais de emissão.

5.8.3.5 Manutenção do sistema de coleta de gases (se existente) até que seja comprovado o término de sua geração.

5.8.3.6 Pode ser exigido do responsável pela área a manutenção do isolamento do local, caso exista risco de acidente para pessoas ou animais com acesso a ela.

ANEXO - Tabelas

Tabela 1 - Distribuições t de Student - Valores de $t_{\gamma,p}$
 onde $P = P(t_{\gamma} > t_{\gamma,p})$

N γ	ρ				
	0,10	0,45	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
50	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
80	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639
120	1,289	1,657	1,980	2,351	2,618
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Tabela 2 - Incompatibilidade de resíduos

Grupo 1-A	Grupo 1-B
<ul style="list-style-type: none"> - Lama de acetileno - Líquidos fortemente alcalinos - Líquidos de limpeza alcalinos - Líquidos alcalinos corrosivos - Líquido alcalino de bateria - Águas residuárias alcalinas - Lama de cal e outros álcalis corrosivos - Soluções de cal - Soluções cáusticas gastas 	<ul style="list-style-type: none"> - Lamas ácidas - Soluções ácidas - Ácidos de bateria - Líquidos diversos de limpeza - Eletrólitos ácidos - Líquidos utilizados para gravação em metais - Componentes de líquidos de limpeza - Banhos de decapagem e outros ácidos corrosivos - Ácidos gastos - Mistura de ácidos residuais - Acido sulfúrico residual
Efeitos de mistura de resíduos do Grupo 1-A com os do Grupo 1-B - Geração de calor, reação violenta	
Grupo 2-A	Grupo 2-B
<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos de asbestos - Resíduos de berílio - Embalagens vazias contaminadas com pesticidas - Resíduos de pesticidas - Outras quaisquer substâncias tóxicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Solventes de limpeza de componentes eletrônicos - Explosivos obsoletos - Resíduos de petróleo - Resíduos de refinaria - Solventes em geral - Resíduos de óleo e outros resíduos inflamáveis e explosivos
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 2-A com os do Grupo 2-B - Geração de substâncias tóxicas em caso de fogo ou explosão	
Grupo 3-A	Grupo 3-B
<ul style="list-style-type: none"> - Alumínio - Berílio - Cálcio - Lítio - Magnésio - Potássio - Sódio - Zinco em pó, outros metais reativos e hidretos metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos do Grupo 1-A ou 1-B
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 3-A com os do Grupo 3-B - Fogo ou explosão, geração de hidrogênio gasoso inflamável	

/continua

/continuação

Grupo 4-A	Grupo 4-B
<ul style="list-style-type: none"> - Álcoois - Soluções aquosas em geral 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos concentrados dos Grupos 1-A ou 1-B - Cálcio - Lítio - Hidretos metálicos - Potássio - Sódio - SO_2Cl_2, SOCl_2, NO_3, CH_2SiCl_3 e outros resíduos reativos com água

Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 4-A com os do Grupo 4-B - Fogo, explosão ou geração de calor, geração de gases inflamáveis ou tóxicos

Grupo 5-A	Grupo 5-B
<ul style="list-style-type: none"> - Álcoois - Aldeídos - Hidrocarbonetos halogenados - Hidrocarbonetos nitrados e outros compostos orgânicos reativos e solventes - Hidrocarbonetos insaturados 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos concentrados do Grupo 1-A ou 1-B - Resíduos do Grupo 3-A - Resíduos do Grupo 3-A

Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 5-A com os do Grupo 5-B - Fogo, explosão ou reação violenta

Grupo 6-A	Grupo 6-B
<ul style="list-style-type: none"> - Soluções gastas de cianetos e sulfetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos do Grupo 1-B

Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 6-A com os do Grupo 6-B - Geração de gás cianídrico ou gás sulfídrico

Grupo 7-A	Grupo 7-B
<ul style="list-style-type: none"> - Cloratos e outros oxidantes fortes - Cloro - Cloritos - Ácido crômico - Hipocloritos - Nitratos - Ácido nítrico fumegante - Percloratos - Permanganatos - Peróxidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido acético e outros ácidos orgânicos - Ácidos minerais concentrados - Resíduos do Grupo 2-B - Resíduos do Grupo 3-A - Resíduos do Grupo 5-A e outros resíduos combustíveis ou inflamáveis

Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 7-A com os do Grupo 7-B - Fogo, explosão ou reação violenta

Nota: Fonte - U.S. Environmental Protection Agency, Federal Register Vol. 43 nº 243, pág. 59018, U.S.A. monday, december 18, 1978.