

ORIENTAÇÕES BÁSICAS

PARA OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Secretaria de Estado de Meio Ambiente
e Desenvolvimento Sustentável

Fundação Estadual do Meio Ambiente

Diretoria de Licenciamento de Infra-Estrutura

Divisão de Saneamento

ORIENTAÇÕES BÁSICAS

PARA OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO



Vera Christina Vaz Lanza
André Luciano de Carvalho

Belo Horizonte, 2006

Publicado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente/Projeto Estruturador Revitalização e Desenvolvimento Sustentável na Bacia do Rio São Francisco

Governador do Estado de Minas Gerais
Aécio Neves da Cunha

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
José Carlos Carvalho

Presidente da FEAM
Ilmar Bastos Santos

Chefe de Gabinete
Vera Sant'Ana Schaper

Diretor de Licenciamento de Infra-Estrutura
José Flávio Mayrink Pereira

Gerente da Divisão de Saneamento
Denise Marília Bruschi

Equipe Técnica

Denise Marília Bruschi - Eng^a civil
Vera Christina Vaz Lanza - Eng^a civil
André Luciano de Carvalho - Eng^o civil/Geotécnico
Fernanda Márcia Machado - Eng^a civil
Breno Machado Gomes de Oliveira - Eng. civil
Riordan Vargas Alvim - Eng. civil

Colaboração

Equipe Técnica da Divisão de Saneamento - DISAN

Ilustração

Valf

Ficha Catalográfica

F981o Fundação Estadual do Meio Ambiente .
Orientações básicas para a operação de aterro sanitário / Fundação Estadual do Meio Ambiente. -- Belo Horizonte: FEAM, 2006.
36p.: il.

1. Aterro sanitário - operação. 2. Destinação de resíduo sólido.
3. Resíduo sólido urbano. I. Título.

CDU: 628.472.3

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
Avenida Prudente de Moraes, 1671 - Santa Lúcia - 30.380-000 - Belo Horizonte - MG
Tel.: (0xx31) 3298.6200 - feam@feam.br / www.feam.br

SUMÁRIO

1. Introdução.....	07
2. Definições.....	08
2.1. Lixão ou vazadouro	08
2.2. Aterro controlado	08
2.3. Aterro sanitário	09
2.4. Usina de triagem e compostagem de lixo	11
3. Estruturas componenetes do aterro sanitário.....	12
3.1. Infra-Estrutura básica do aterro sanitário.....	12
3.1.1. Guarita/Portaria	12
3.1.2. Balança.....	12
3.1.3. Isolamento	13
3.1.4. Sinalização	13
3.1.5. Cinturão verde.....	13
3.1.6. Acessos.....	13
3.1.7. Iluminação e força.....	14
3.1.8. Comunicação	14
3.1.9. Abastecimento de água	14
3.1.10. Instalação de apoio operacional.....	14
3.1.11. Área de disposição de resíduos.....	14
3.1.12. Sistema de tratamento de chorume	14
3.1.13. Instrumentos de monitoramento.....	15
3.2. Rotina operacional do aterro sanitário	15
3.2.1. Recebimento dos resíduos	15

3.2.2. Tipos de resíduos que podem ser recebidos no aterro sanitário.....	16
3.2.3. Impermeabilização da base	16
3.2.4. Drenagem interna	17
3.2.5. Disposição dos resíduos.....	18
3.2.6. Descarga dos resíduos.....	18
3.2.7. Espalhamento e compactação dos resíduos.....	18
3.2.8. Recobrimento dos resíduos	19
3.2.9. Sistema de drenagem superficial.....	20
3.2.10. Sistema de caracterização e tratamento de percolado.....	21
3.3. Equipamentos, mão-de-obra e insumos necessários	24
3.4. Monitoramento do aterro sanitário	26
4. Manutenção da unidade do aterro sanitário	28
5. Destinação final de resíduos específicos	30
6. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos	30
7. Coleta Seletiva.....	31
8. Resíduos Sólidos das Unidades Prestadoras de Serviços de Saúde	32
9. Glossário.....	33
10. Referências bibliográficas	34

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é um complemento didático do seminário OPERAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS LICENCIADOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS, promovido pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, visando a melhorias das rotinas operacionais dos empreendimentos licenciados pelo Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM.

O aterro sanitário é uma das técnicas mais seguras e de menor custo para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Fundamentado em critérios de engenharia e normas técnicas específicas, permite confinar tais resíduos de uma forma mais segura, controlar a poluição ambiental e proteger a saúde pública.

No entanto, a falta de critérios técnicos durante a implantação e operação de um aterro sanitário pode conferir-lhe características indesejáveis, trazendo sérios riscos à saúde da população e ao meio ambiente.

2. DEFINIÇÕES

2.1. LIXÃO OU VAZADOURO

É uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, caracterizada pela sua descarga sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ambiental ou à saúde pública. É o mesmo que descarga a “céu aberto”.

Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, entre outros), geração de odores desagradáveis e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume - líquido de coloração escura, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos.



Lixão ou vazadouro

2.2. ATERRO CONTROLADO

Segundo a NBR 8849/1985 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segu-

rança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.



Aterro controlado

Com essa técnica de disposição produz-se, em geral, poluição localizada, não havendo impermeabilização de base (comprometendo a qualidade do solo e das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de percolado (chorume mais água de infiltração) ou de extração e queima controlada dos gases gerados.

O aterro controlado é preferível ao lixão, mas apresenta qualidade bastante inferior ao aterro sanitário.

2.3. ATERRO SANITÁRIO

Conforme a NBR 8419/1992 da ABNT o aterro sanitário também é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais. Tal método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário.



Aterro sanitário

Este método de disposição final dos resíduos deve contar com todos os elementos de proteção ambiental:

- sistema de impermeabilização de base e laterais;
- sistema de recobrimento diário e cobertura final;
- sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados;
- sistema de coleta e tratamentos dos gases;
- sistema de drenagem superficial;
- sistema de tratamento de líquidos percolados;
- sistema de monitoramento.

Além dessas exigências técnicas estruturais e construtivas, há que se avaliar também as probabilidades de impacto local e sobre a área de influência do empreendimento e se buscar medidas para mitigá-los.

Embora consistindo numa técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais, e procedimentos específicos devem ser seguidos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento.

De acordo com a NBR 13896/1997 da ABNT, recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar-se, no mínimo, por mais 10 anos após o seu encerramento.

2.4. USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE LIXO

As usinas de triagem e compostagem de lixo são utilizadas para a separação manual dos diversos componentes do lixo, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais.

Nessas unidades é feita a separação dos materiais potencialmente recicláveis, da matéria a ser compostada e dos rejeitos. Os materiais recicláveis, depois de separados, são prensados, enfardados e armazenados para posterior comercialização.

A matéria orgânica é encaminhada ao pátio de compostagem, onde é submetida a um processo de decomposição aeróbica pela ação de organismos biológicos, em condições físicas e químicas adequadas. O produto final da compostagem é o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado em paisagismos, na recuperação de áreas degradadas, entre outros.

Uma usina de triagem e compostagem de lixo é constituída basicamente de unidades de apoio; unidade de recepção dos resíduos; unidade de triagem; pátio de compostagem; baias ou galpões para armazenamento de recicláveis e do composto curado, além da área de aterramento dos rejeitos. O que não pode ser aproveitado é aterrado em valas de rejeitos.



Pátio de compostagem

3. ESTRUTURAS COMPONENTES DO ATERRO SANITÁRIO

3.1. INFRA-ESTRUTURA BÁSICA DO ATERRO SANITÁRIO

Relação dos principais itens de infra-estrutura componentes:

3.1.1. GUARITA/PORTARIA: local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do aterro sanitário.



Guarita

3.1.2. BALANÇA: local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no aterro sanitário.



Balança

3.1.3. ISOLAMENTO: fechamento com cerca e portão, que circunda completamente a área em operação, construída de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais.

3.1.4. SINALIZAÇÃO: placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.

3.1.5. CINTURÃO VERDE: cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.



Portão de entrada e cerca de isolamento



Cinturão verde

3.1.6. ACESSOS: vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.



Via de acesso

3.1.7. ILUMINAÇÃO E FORÇA: ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.

3.1.8. COMUNICAÇÃO: ligação à rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.

3.1.9. ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ligação à rede pública de abastecimento de água tratada ou outra forma de abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.

3.1.10. INSTALAÇÕES DE APOIO OPERACIONAL: prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.



Instalações de apoio operacional

3.1.11. ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS: local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

3.1.12. SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME: sistema para tratamento dos líquidos percolados do aterro, visando ao atendimento dos padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água.

3.1.13. INSTRUMENTOS DE MONITORAMENTO: equipamentos para o acompanhamento e controle ambiental do empreendimento, como poços de monitoramento de águas subterrâneas, medidores de vazão, piezômetros e medidores de recalque horizontais e verticais.

3.2. ROTINA OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO

Os procedimentos de operação do aterro sanitário, embora simples, devem ser sistematizados para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, ao longo de toda a sua vida útil.

Tais procedimentos devem ser registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de plantas de reconstituição das obras efetivamente executadas (“as built”). Esses elementos devem ser adequadamente numerados, catalogados e arquivados, de modo a propiciar a avaliação periódica do empreendimento, assim como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho das instalações que o compõem.

3.2.1. RECEBIMENTO DOS RESÍDUOS

A recepção dos resíduos deve ser realizada na portaria/guarita do aterro sanitário. Consiste na operação de inspeção preliminar, durante a qual os veículos coletores, previamente cadastrados e identificados, são vistoriados e pesados por fiscal/balanceteiro, treinado e instruído para o desempenho adequado dessa atividade. Esse profissional deve verificar e registrar a origem, a natureza e a classe dos resíduos que chegam ao empreendimento; orientar os motoristas quanto à unidade na qual os resíduos devem ser descarregados e impedir que se lancem resíduos incompatíveis com as características do empreendimento ou provenientes de fontes não autorizadas.

Na balança rodoviária será realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no local. No caso dos aterros sanitários que não possuam balança rodoviária, deve ser identificada alternativa para a pesagem dos caminhões em outro local, de forma a possibilitar o controle dos quantitativos dos resíduos recebidos no aterro.

3.2.2. TIPOS DE RESÍDUOS QUE PODEM SER RECEBIDOS NO ATERRO SANITÁRIO

Poderão ser dispostos no aterro sanitário os resíduos sólidos de Classe II - Não-Inertes - segundo as definições apresentadas na NBR 10.004/1987 da ABNT. Sob nenhuma hipótese deverão ser recebidos resíduos sólidos de Classe I, classificados como perigosos.

Observada a condição acima definida, poderão ser recebidos, dentre outros: resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar e comercial; resíduos dos serviços de capina, varrição, poda e raspagem; resíduos de gradeamento, desarenação e lodos desidratados das Estações de Tratamento de Esgoto; resíduos desidratados de veículos limpa-fossas; resíduos desidratados de Estações de Tratamento de Água e resíduos sólidos provenientes de indústrias, comércio ou outras origens que tenham sua classificação como Classe II comprovada por laudo técnico de análises laboratoriais, conforme normas específicas da ABNT.

3.2.3. IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE

A camada de impermeabilização da base deve garantir a segura separação da disposição de resíduos do subsolo, impedindo a contaminação do lençol freático e do meio natural através de infiltrações de percolados e/ou substâncias tóxicas.

Para desempenhar essa função de maneira eficiente, a camada de impermeabilização de materiais deve compor-se de solo argiloso de baixa permeabilidade ou geomembrana sintética com espessuras adequadas.



Impermeabilização de base e laterais

Na aplicação da camada de impermeabilização de base com o emprego de solo argiloso, o fator que determinará o desempenho do sistema é a compactação realizada em campo. Durante os trabalhos, é fundamental um rigoroso controle de compactação em cada espessura de solo espalhado para verificar se o tratamento da base está de acordo com as especificações definidas no projeto técnico.

3.2.4. DRENAGEM INTERNA

O bom funcionamento do sistema de drenagem interna de percolados e de gases é fundamental para a estabilidade do aterro sanitário. A drenagem de percolados deve estar inserida entre os resíduos, podendo ser interligada ao sistema de drenagem de gases.

As redes e as caixas de passagens que conduzem os percolados ao sistema de tratamento devem estar sempre desobstruídas e rigorosamente monitoradas.

Os gases devem ser queimados imediatamente após o início de sua produção, de forma a evitar que a sua dispersão pelo aterro contamine a atmosfera e cause danos à saúde.



Sistema de drenagem de percolado



Sistema de drenagem de gases

3.2.5. DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS

A área de disposição dos resíduos deve ser previamente delimitada por uma equipe técnica de topografia. No início de cada dia de trabalho, deverão ser demarcados - com estacas facilmente visualizadas pelo tratorista - os limites laterais, a altura projetada e o avanço previsto da frente de operação ao longo do dia.

A demarcação da frente de operação diária permite uma melhor manipulação do lixo, tornando o processo mais prático e eficiente.

Nos períodos de chuvas intensas ou quando, por qualquer motivo, a frente de operação estiver impedida de ser operada ou acessada, recomenda-se manter uma área para descarga emergencial, previamente preparada, de acordo com o projeto do aterro sanitário.

Em locais onde existe a possibilidade de carreamento de materiais pelo vento, recomenda-se a utilização de telas de proteção na frente de operação.

3.2.6. DESCARGA DOS RESÍDUOS

O caminhão deve depositar o lixo em “pilhas” imediatamente a jusante da frente de operação demarcada, conforme definido pelo fiscal. O desmonte dessas pilhas de resíduos deverá ser feito com o auxílio da lâmina do trator de esteira que, em seguida, procederá a seu espalhamento e compactação.

3.2.7. ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS

Na frente de operação, os resíduos devem ser espalhados e compactados por um equipamento apropriado (preferencialmente um trator de esteira com peso operacional mínimo de 15 toneladas) em rampas com inclinação aproximada de 1 na vertical para 3 na horizontal (1:3). O equipamento de compactação deve estar permanentemente à disposição na frente de operação do aterro sanitário.



Compactação dos resíduos

A operação de compactação deve ser realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 6 passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona nenhuma redução significativa do seu volume aparente.

Periodicamente, deve ser feito um teste de densidade, de forma a verificar o controle da compactação.

3.2.8. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS

Ao fim de cada jornada de trabalho, os resíduos compactados devem receber uma camada de terra, espalhada em movimentos de baixo para cima.

No dia seguinte, antes do início da disposição dos resíduos, faz-se uma raspagem da camada de solo da face inclinada da frente de operação, para dar continuidade à formação do maciço de resíduos. O solo raspado deve ser armazenado para aproveitamento nas camadas operacionais posteriores, tendo em vista possíveis dificuldades na obtenção de quantidades suficientes e adequadas de solo para recobrimento.

O solo de cobertura pode provir de área de empréstimo ou do material excedente das operações de cortes/escavações executadas na implantação das plataformas.

COBERTURA DIÁRIA: deve ser feita com uma camada de terra ou material inerte com espessura de 15 a 20cm, com o objetivo de impedir o arraste de materiais pela ação do vento e evitar a disseminação de odores desagradáveis e a proliferação de vetores como moscas, ratos, baratas e aves.

COBERTURA FINAL: uma vez esgotada a capacidade da plataforma do aterro, procede-se à sua cobertura final com uma camada de argila compactada com cerca de 60cm de espessura (ou de acordo com a espessura definida no projeto técnico) sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente - bermas, taludes e platôs definitivos. Após recobrimento, deve-se, proceder ao plantio de gramíneas nos taludes definitivos e platôs, de forma a protegê-los contra a erosão.



Recobrimento do lixo com terra

3.2.9. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração no maciço do aterro, aumentando o volume de chorume gerado e contribuindo para a instabilidade do maciço.

Além dos dispositivos de drenagens pluviais definitivos instalados nas plataformas - bermas, taludes e vias de acesso -, devem ser escavadas canaletas de drenagem provisórias no terreno a montante das frentes de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de lixo aterrado.

Os dispositivos de drenagem pluvial, previstos no projeto do aterro sanitário, como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço do aterro.



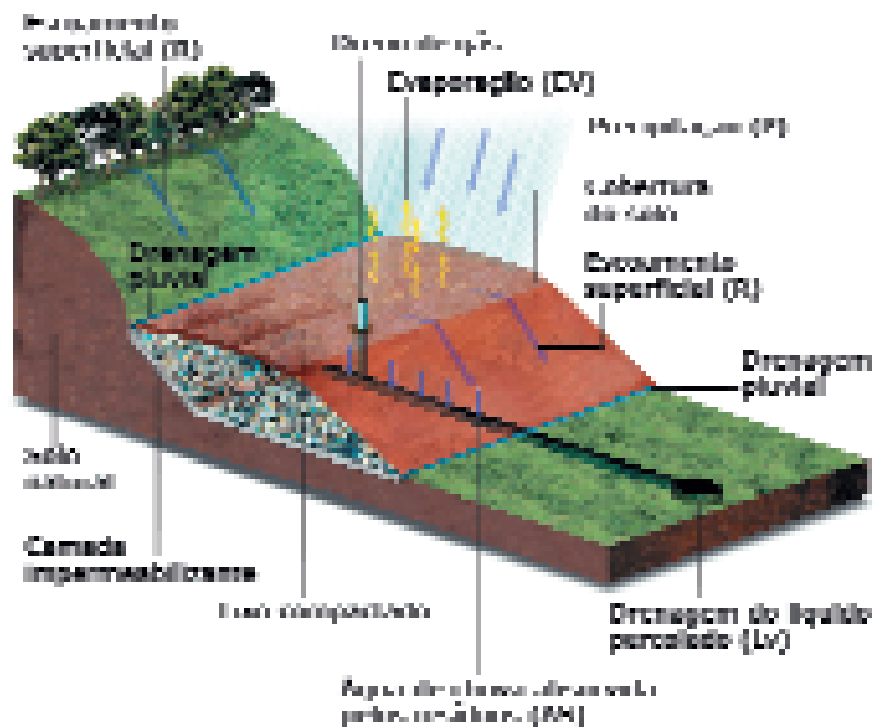
Descida d'água

O período que exigirá maior frequência de inspeção no sistema de drenagem pluvial coincidirá com as épocas de intensa pluviosidade.

As águas de chuva devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água ou bacias de infiltração localizadas dentro da área do aterro, desde que não sofram qualquer contaminação no seu percurso.

3.2.10. SISTEMA DE CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO DE PERCOLADO

A vazão e as características físicas, químicas e biológicas do percolado (chorume mais água de infiltração) estão intrinsecamente relacionadas e dependem, basicamente, das condições climatológicas e hidrogeológicas da região de um aterro sanitário, bem como das características dos resíduos sólidos urbanos e das condições de operação do aterro.



Esquema de um fluxo de água em um aterro sanitário

O projeto de aterro sanitário deve, necessariamente, contemplar a instalação de rede de drenagem para o percolado e para os gases gerados nas células. O percolado coletado deve ser tratado para que possa ser lançado em corpo receptor, e os gases devem ser queimados ou aproveitados como fonte de energia, para minimizar a contaminação atmosférica.

O sistema de tratamento de líquido percolado proveniente do aterro deve atender aos padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água e de sua capacidade de autodepuração.

Na operação do sistema de tratamento é preciso efetuar de modo sistemático a medição da vazão de percolado e determinar a sua composição antes e depois do tratamento.

A previsão da quantidade de percolado produzida é fator crítico no projeto de um aterro sanitário. De maneira geral, a lâmina de percolado que alcança a base do aterro (L_v) é função de um balanço hídrico calculado a partir da expressão:

$$L_v = P - R - AS - EV$$

em que:

P - lâmina de precipitação mensal;

R - lâmina de água de chuva que esco superficialmente;

AS - lâmina de água de chuva absorvida pelos resíduos;

EV - lâmina de água de chuva perdida por evaporação.

O tratamento do percolado representa, ainda, um grande desafio na elaboração dos projetos de aterros sanitários, uma vez que suas características são alteradas em função da quantidade de água incorporada ao chorume, das características dos resíduos dispostos no aterro e, principalmente, da idade do aterro.

Devido à grande quantidade de constituintes do chorume e às variações quantitativas sazonais e cronológicas (pelo aumento da área exposta), não se deve considerar uma solução única para esse tratamento. De um modo geral, quando há opção pelo tratamento do chorume "in situ", utilizam-se com muita frequência as lagoas de estabilização - lagoa anaeróbia seguida de facultativa.

Essas últimas são grandes reservatórios de pequena profundidade, delimitados por diques de terra, construídos de forma simples, nos quais o ma-

terial orgânico presente no percolado é estabilizado por processos biológicos, portanto naturais, envolvendo principalmente algas e bactérias. Além de apresentarem custo muito baixo e uma tecnologia simples, oferecem boa eficiência no tratamento desse percolado.

As lagoas anaeróbias operam com altas cargas orgânicas, atuam como uma unidade primária em um sistema de lagoas e baseiam-se na digestão anaeróbia para degradar a matéria orgânica. Já nas lagoas facultativas ocorrem os processos anaeróbios e aeróbios. As lagoas facultativas operam com cargas orgânicas mais baixas que as utilizadas em lagoas anaeróbias, permitindo que algas se desenvolvam nas camadas mais superficiais, realizando atividade fotossintética.

As lagoas de maturação possibilitam um polimento no efluente de qualquer dos sistemas de lagoas de estabilização. São predominantemente aeróbias, e sua principal função é destruir os organismos patogênicos.



Sistema convencional de tratamento

Após o tratamento no sistema convencional, o efluente tratado deverá ser encaminhado para uma lagoa de acumulação situada a jusante da lagoa facultativa. Após determinado período, o efluente poderá ser lançado em curso d'água, dando início a um processo natural, conhecido como autodepuração. A autodepuração é a capacidade apresentada por um corpo d'água de, após receber uma carga poluidora, recuperar por processos naturais de caráter físico, químico e biológico, as suas qualidades ecológicas e sanitárias.

Os efluentes gerados no aterro sanitário podem, também, ser encaminhados para uma Estação de Tratamento de Esgotos - ETE, devidamente licenciada, conforme acordo firmado entre os empreendedores do aterro e da

ETE. Desse modo, o percolado do aterro será encaminhado para um tanque de armazenamento localizado a jusante do maciço de resíduos, sendo bombeado para caminhões-tanque com sistema de sucção e, em seguida, transportados para a ETE.

3.3. EQUIPAMENTOS, MÃO-DE-OBRA E INSUMOS NECESSÁRIOS

Para operação de um aterro sanitário são necessários os seguintes equipamentos e insumos:

- trator de esteira, com peso operacional de, no mínimo, 15 toneladas, para espalhamento e compactação dos resíduos e das camadas de capeamento;
- retro/pá carregadeira para construção dos sistemas de drenagem;
- motoniveladora e rolo compactador vibratório, para compactação da base impermeabilizante e da camada de capeamento final do aterro, bem como para conservação das vias internas;
- caminhão-basculante para o transporte de terra;
- caminhão-pipa para umedecimento periódico das vias de acesso em épocas de estiagem;
- solo em disponibilidade para o recobrimento das células diárias de resíduos compactados, a ser progressivamente escavado durante a abertura da plataforma de base do aterro ou proveniente de jazidas de empréstimo;
- solo argiloso para a impermeabilização das plataformas de base e para o capeamento final do aterro sanitário, selecionado e adequadamente estocado durante as operações prévias de corte ou proveniente de jazidas de empréstimo previamente definidas;
- “terra vegetal”, proveniente da operação de raspagem preliminar e limpeza das áreas a terraplenar e convenientemente estocada em locais adequados do empreendimento, como substrato para plantio de gramíneas na superfície acabada do aterro;

- gramíneas em sementes, mudas ou placas, para proteção da superfície acabada do aterro;
- estacas e piquetes de madeira, para demarcação dos serviços de terraplenagem.

Quanto à mão-de-obra, deve haver:

- engenheiro de campo, em regime de tempo parcial;
- encarregado-geral, incumbido do controle da operação do aterro sanitário, em tempo integral;
- ajudantes de operação, para auxílio aos operadores de máquinas e para o controle e encaminhamento dos caminhões coletores de lixo à frente de serviço;
- operadores de tratores de esteira;
- operador de máquinas de terraplenagem;
- motorista de caminhão-basculante;
- motorista de caminhão-pipa;
- topógrafo e auxiliares de topografia, para demarcação e monitoramento periódico da frente de serviço;
- auxiliares de serviços gerais, para plantio de grama, urbanização e manutenção da limpeza do empreendimento;
- vigias.

Para o bom funcionamento do aterro sanitário é imprescindível a permanência do encarregado, devidamente treinado e capacitado para o controle operacional da unidade; a designação de um técnico de segurança do trabalho; o uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual - EPIs como máscaras, luvas, botas e uniformes adequados às suas atividades. Esse procedimento é regulamentado pelo Ministério do Trabalho.

Deve-se atentar, também, para a vacinação dos funcionários para prevenção de doenças como tétano, hepatite A e B, difteria e febre amarela dos trabalhadores expostos a riscos de acidentes na coleta e manuseio de resíduos sólidos.

Em caso de acidente de trabalho ou doença profissional, é obrigatório emitir a Comunicação de Acidente de Trabalho - CAT; só assim a Prefeitura ou o médico que desenvolve o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO podem garantir o registro estatístico dos eventos acidentários e a preservação dos direitos do trabalhador previstos no art. 22 da Lei 8.213/1991.

3.4. MONITORAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO

O monitoramento do aterro sanitário consiste de um sistema de medições de campo e ensaios de laboratório a serem realizados sistematicamente durante a fase de operação do aterro, e prolonga-se por mais 10 anos, no mínimo, após o término de sua vida útil.

O plano de monitoramento deve contemplar a eficácia das medidas mitigadoras e a eficiência sanitária e ambiental do sistema como um todo, possibilitando a verificação de eventuais falhas e/ou deficiências e a implementação de medidas corretivas para evitar o agravamento dos impactos ambientais.

Para avaliar a eficiência do aterro quanto à sua operação e ao controle ambiental, devem ser previstos, no mínimo:

- o controle das águas superficiais da área, por meio da coleta de amostras em pontos a montante e a jusante do local onde é lançado o efluente;
- o controle das águas subterrâneas, por meio da coleta de amostras nos poços de monitoramento instalados a montante e a jusante do aterro sanitário;
- o monitoramento da qualidade do chorume e do efluente tratado;
- a caracterização dos resíduos da massa aterrada;
- o monitoramento geotécnico do maciço do aterro;
- o controle da saúde do pessoal envolvido na operação do aterro.

Para verificação das condições sanitárias e ambientais dos corpos d'água que estão na área de influência de aterros sanitários, o corpo hídrico

receptor (córrego, ribeirão, rio ou lago) deverá ser monitorado a montante e a jusante do empreendimento.

O monitoramento das águas subterrâneas deverá ser realizado por, pelo menos, um poço localizado a montante e três a jusante do empreendimento (NBR 13896/1997), considerando o fluxo das águas subterrâneas.

O monitoramento do líquido percolado consiste na sua avaliação qualitativa e quantitativa, ou seja, na medição da vazão e na análise físico-química em relação ao processo e ao tempo de disposição.

O monitoramento geotécnico consiste na implantação de instrumentação geotécnica para monitoramento dos maciços, com a realização de leituras ou observações de variações das grandezas de interesse, com intervalos de leitura de acordo com cada situação (risco e probabilidade de ruptura). Um sistema de monitoramento geotécnico básico mínimo, visando a garantir a estabilidade da massa de resíduos aterrados, consta de piezômetros, marcos superficiais, pluviômetro e medidores de vazão.

O piezômetro mede a pressão do líquido, por meio da diferença de cotas do nível líquido e a posição da célula piezométrica.

A pressão de gás é medida com um manômetro tipo padrão, adaptado na parte superior do piezômetro, anteriormente às leituras de níveis de líquidos.

As movimentações horizontais e verticais ocorridas no interior do maciço de resíduos poderão ser avaliadas por meio de marcos superficiais.

O pluviômetro serve para medir as precipitações pluviais, a fim de verificar as possíveis correlações de vazões de drenos de fundação e de percolados com a precipitação, mantendo um registro diário e local das chuvas.



Monitoramento

4. MANUTENÇÃO DA UNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO

Qualquer problema constatado no aterro sanitário deve ser corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível.

Como atividades rotineiras, é recomendado:

- manter na área do aterro o manual de operação e um livro para registro de ocorrências;
- manter atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- manter meio de comunicação para contato com o responsável técnico e para utilização em ações de emergência;
- manter um estojo de primeiros socorros, repor periodicamente os materiais utilizados e substituir os vencidos;
- fazer uso rigoroso dos EPIs como máscaras, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- higienizar diariamente as instalações de apoio operacional;
- limpar a unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento;
- efetuar periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- realizar inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões;
- manter sempre limpas e desobstruídas as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- efetuar inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume, removendo materiais depositados nos fundos das caixas de passagem;

- manter sempre acesa a chama dos queimadores de gás;
- limpar e fazer eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- limpar e manter em boas condições de tráfego as vias de acesso externas e internas;
- fazer a manutenção da cerca de isolamento e do cinturão verde, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- realizar medições, pesagens e acompanhamento diário do programa de monitoramento.

O Quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese das atividades a serem realizadas para o controle e acompanhamento do aterro sanitário.

QUADRO 1 - ATIVIDADES PARA ACOMPANHAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO NA FASE DE OPERAÇÃO

Componente, estrutura ou equipamento do aterro sanitário	Frequência de inspeção
Higienização das edificações	Diária
Limpeza da unidade, com remoção dos materiais espalhados pelo vento	Diária
Capina da área, para manutenção do paisagismo	Mensal
Manutenção dos portões e cerca de isolamento	Mensal
Manutenção do cinturão verde	Mensal
Limpeza e manutenção dos dispositivos de drenagem pluvial	Semanal
Limpeza e manutenção das estruturas de drenagem de chorume	Semanal
Manutenção dos dispositivos de queima dos gases	Diária
Verificação do sistema de cobertura das plataformas	Semanal
Limpeza e manutenção das vias de acesso	Semanal
Inspeção e manutenção dos instrumentos de monitoramento	Mensal
Limpeza e manutenção dos veículos e equipamentos	Diária
Sistema de fiscalização, controle e inspeção dos resíduos	Diária
Limpeza e manutenção do sistema de tratamento de chorume	Semanal
Controle da saúde dos funcionários	Semestral

5. DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS ESPECÍFICOS

Para destinação final de resíduos sólidos específicos são adotadas as medidas preconizadas em suas respectivas Resoluções, a saber:

- Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999 - pilhas e baterias;
- Resoluções CONAMA Nº 258, de 26 de agosto de 1999 e Nº 301, de 21 de março de 2002 - pneus;
- Resoluções CONAMA Nº 307, 5 de julho de 2002 - resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA Nº 358, de 29 de abril de 2005 - tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.

6. PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRSU é um documento que aponta e descreve as ações relativas ao tratamento a ser dado aos resíduos sólidos urbanos, contemplando a geração, segregação, acondicionamento, coleta (convencional e/ou seletiva), transporte, tratamento e disposição final e proteção à saúde pública.

Ao se elaborar um PGIRSU, deve-se conceber o modelo de gerenciamento apropriado para o município, levando-se em conta que a quantidade e a qualidade do resíduo gerada em uma dada localidade decorre do tamanho da população e de suas características socioeconômicas e culturais, bem como do grau de urbanização e dos hábitos de consumo. A participação das autoridades municipais é peça fundamental no gerenciamento integrado do resíduo, responsabilizando pela implementação e articulação das ações definidas no PGIRSU.

7. COLETA SELETIVA

A Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio/92, preconiza que se deve minimizar o lixo por meio dos 3R: REDUZIR - gerar menos lixo, evitando o desperdício, REUTILIZAR - prolongar a vida dos materiais e RECICLAR - produzir um novo produto a partir do velho, ou seja, retornar os resíduos à cadeia produtiva. O Brasil deverá, brevemente, ganhar uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, segundo Projeto de Lei - PL elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente. Esse projeto prevê o gerenciamento e a destinação final para resíduos sólidos no Brasil, priorizando a política dos 3R.

COLETA SELETIVA: é o processo pelo qual os resíduos sólidos são recolhidos separadamente, a princípio em dois tipos: o orgânico (resíduo úmido/compostável) e o inorgânico (resíduo seco/reciclável).

A coleta seletiva pressupõe que os materiais sejam separados nos lugares onde o lixo é gerado - residências, escritórios, escolas, associações, indústrias e igrejas -, devendo preferencialmente, ser enfardados e transportados aos destinatários para comercialização.

RESÍDUOS ORGÂNICOS - ÚMIDO - compreendem restos de alimentos, cascas e caroços de frutas, ramos e folhas de poda de árvores e resíduos de jardinagem, basicamente.

RESÍDUOS INORGÂNICOS - SECO - são aqueles que podem ser encaminhados a reuso ou reciclagem para retorno ao processo produtivo.

RESÍDUOS NÃO-RECICLÁVEIS - REJEITOS - não devem ser misturados ao material da coleta seletiva e devem ser encaminhados ao aterro sanitário.

Um programa de coleta seletiva deve contemplar a participação dos catadores, comunidade e da administração pública, esta incentivando a formação de associações, dotando-as de uma infra-estrutura, mínima que seja.

Mesmo com a segregação na fonte, a existência de um centro de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo, é de grande importância para o abastecimento do mercado de materiais recicláveis e como suporte para a indústria recicladora.

8. RESÍDUOS SÓLIDOS DAS UNIDADES PRESTADORAS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Os Resíduos provenientes das unidades de prestação de Serviços de Saúde - RSS são aqueles gerados em qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; os originados em centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados, os provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal e os procedentes de barreiras sanitárias, dentre outros classificados.

O Sistema de Tratamento de RSS é o “conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, podendo promover a sua descaracterização, visando à minimização do risco à saúde pública, à preservação da qualidade do meio ambiente, à segurança e à saúde do trabalhador”.

Os municípios mineiros que possuem aterro sanitário licenciado pelo COPAM, podem fazer a codisposição dos resíduos de serviços de saúde classificados como Grupo A (com risco biológico, pós tratamento), Grupo B (no estado sólido e sem periculosidade) e Grupo D (comuns), de acordo com a Resolução CONAMA N.º 358, de 29-4-2005, juntamente com os resíduos comuns, desde que atendam ao disposto na referida Resolução. Outra opção é encaminhar esses resíduos a um local devidamente licenciado para seu tratamento específico (ex: tratamento térmico por incineração).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS é um documento baseado nos princípios da não-geração e na minimização de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, no âmbito dos serviços mencionados no art. 1º desta Resolução, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final, bem como a proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Cabe aos órgãos ambientais competentes dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, a fixação de critérios para determinar quais serviços serão objeto de licenciamento ambiental.

A FEAM, atendendo às exigências da Resolução CONAMA N.º 358, de 29-4-2005, elaborou a Deliberação Normativa COPAM 97/2006 para Resíduos de Unidades de Serviço de Saúde, que estabelece diretrizes para adequação das unidades geradoras de resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais em função dos empreendimentos de aterramento em licenciamento e dos prazos estabelecidos pela Resolução CONAMA.

9. GLOSSÁRIO

Berma - parte superior das plataformas de lixo que fica exposta, tendo como objetivo aumentar a estabilidade do aterro e facilitar sua manutenção e monitoramento.

Chorume - líquido de cor escura, odor desagradável e muito poluente, resultante da decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos.

Erosões - desgastes sofridos pelo solo devido a ações externas (vento, águas, etc.).

Jazida de Empréstimo - local onde se coleta o material utilizado no recobrimento diário, na cobertura final e na impermeabilização da base do aterro.

Jusante - local abaixo de um determinado ponto, num corpo d'água.

Maciço - área de disposição dos resíduos já aterrados.

Monitoramento do aterro sanitário - acompanhamento da evolução do aterro sanitário para avaliação de sua operação e sua influência sobre o meio ambiente.

Montante - local acima de um determinado ponto, num corpo d'água.

Percolado - líquido que passou por um meio poroso. No caso de aterros de lixo, as águas de infiltração, ao percolarem no meio, carregam consigo os produtos da decomposição orgânica ou disponíveis, podendo vir a contaminar as águas subterrâneas de menor profundidade, que são, geralmente, explotadas com uso de poços rasos por populações pobres que vivem na periferia dos grandes centros urbanos.

Piezômetro - instrumento para medição do nível de líquido e pressão de gases no interior do maciço de lixo.

Platôs - partes planas superiores da última camada da plataforma.

Recalques - adensamentos da plataforma do maciço.

Sopé do talude - base da rampa.

Taludes - superfícies inclinadas formadas em aterros ou cortes.

Vazão - volume de líquido escoado numa unidade de tempo.

Vetores - animais transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas, etc.).

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR.- 10.004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10005: lixiviação de resíduos. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10006: solubilização de resíduos. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 10157: aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, contribuição e operação - procedimentos. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 13895: construção de poços de monitoramento e amostragem - procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 13896: Aterros de resíduos não-perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 8419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

BENVENUTO, Clóvis. Fundamentos, conhecimentos e pressupostos para manejo e projeto de aterros de resíduos. São Paulo - SP, 2004 (Apostila do Curso de Especialização ministrado na Fundação Estadual do Meio Ambiente - julho de 2004).

CARVALHO, André, Luciano de. Efeitos da recirculação do percolado sobre a qualidade do efluente de lixo doméstico de diferentes idades. 2005, 115 p. Dissertação (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT; COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRES. Lixo Municipal. Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª edição. 370 p. São Paulo. 2000.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Volumes II e V. Belo Horizonte - MG: Feam, 2002.

SCHALCH, Valdir et al. Gestão e Tecnologias de Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos. São Carlos - SP: DHS-EESC/USP, 2002 (Apostila do Curso Aterros Sanitários: Projeto, Construção, Operação e Gerenciamento, In: Semana ABES de Meio Ambiente em Belém.

