



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Caseiro, Adriana Hélia; Quitho, Luciana

Utilização de aterro sanitário para destinação final de resíduos sólidos gerados nos grandes centros urbanos: Aterro Bandeirantes

Exacta, núm. 2, novembro, 2004, pp. 191-202

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81000213>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Utilização de aterro sanitário para destinação final de resíduos sólidos gerados nos grandes centros urbanos:

Aterro Bandeirantes\*

Adriana Hélia Caseiro

Engenheira Química. Especialista em Saneamento Ambiental – Mackenzie;  
Mestranda em Saneamento Básico – Escola Politécnica (USP);

Professora nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção Mecânica – UNINOVE.  
[adrianacaseiro@uninove.br](mailto:adrianacaseiro@uninove.br)

Luciana Quitho

Bacharel em Engenharia Civil – UNINOVE.  
[lucianaquitho@yahoo.com.br](mailto:lucianaquitho@yahoo.com.br)

## Resumo

Este artigo discute a problemática que se vem instalando nos grandes centros urbanos em razão do grande volume de resíduos sólidos gerados nas últimas décadas. O enfoque do presente artigo será o Aterro Sanitário Bandeirantes implantado em meados de 1979, no bairro de Perus, em São Paulo. Considerado modelo de aterro por autoridades brasileiras e estrangeiras, foi identificado por especialistas alemães como exemplo de um tipo de empreendimento bem-sucedido, aliado à máxima proteção possível ao meio ambiente, além de minimizar ou até mesmo sanar quaisquer impactos que possam trazer prejuízos à saúde pública. O destaque desse empreendimento é o fato de estar em fase de implantação um sistema de aproveitamento do gás gerado no aterro, para produção de energia. Esse aproveitamento é positivo, pois possibilita reutilizar um material que até então era considerado completamente descartável e sem utilização social.

## Palavras-chave

*Aterro sanitário. Legislação ambiental. Meio ambiente. Resíduos sólidos.*

---

\* Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), sob orientação de Adriana Hélia Caseiro, Engenharia Civil (2003) – UNINOVE.

CASEIRO, Adriana Hélia; QUITHO, Luciana. Utilização de aterro sanitário para destinação final de resíduos sólidos gerados nos grandes centros urbanos: Aterro Bandeirantes. *Exacta*. v. 2, p. 191-202. São Paulo: UNINOVE, nov. 2004.



## **The use of sanitary landfill to disposal of solid wastes generated in large urban areas: Bandeirantes' Sanitary Landfill**

### **Abstract**

The present article discusses the environmental problems that take place in large urban areas thanks to the great volume of solid wastes that has been generated for the last two decades. This work emphasizes the Bandeirantes' Sanitary Landfill, launched in the middle of 1979, in Perus, on the outskirts of São Paulo. Considered to be a model of sanitary landfill by both international and national authorities, this kind of entrepreneurship was considered by German specialists as a remarkable and well-succeed example of environment protection besides diminishing or even halting any negative impacts on public health. What is noticeable in this entrepreneurship is the fact that it is now being implanted a system for reusing the gas generated in the sanitary landfill by changing it into energy. It is a positive factor, for it is possible now to reuse a material that used to be completely disposed.

### **Key words**

*Environment. Environmental legislation. Sanitary landfill. Solid wastes.*

## Introdução

A destinação dos resíduos sólidos produzidos diariamente nos centros urbanos tem sido motivo de discussão em diversas instâncias governamentais. Nessa questão, aspecto importante a considerar é o tipo de resíduo sólido que tem sido gerado nas cidades, pois suas características também vêm se modificando nas últimas décadas, em razão do acesso cada vez maior ao consumo de bens industrializados. A utilização de materiais plásticos, vidros e outros que possuem lenta degradação é outro fator importante a ser avaliado, se considerada sua destinação final.

A gestão da política de destinação de resíduos sólidos passou a ser discutida intensamente nos países industrializados, com o intuito de se definirem os instrumentos eficazes para o maior aproveitamento dos materiais reutilizáveis e destinação final do material descartado que não se presta à reutilização. Para tanto, os governos lançam mão de técnicas como compostagem, a coleta seletiva e reciclagem, que têm sido adotadas com eficiência em alguns centros urbanos. Todavia, somente esses mecanismos não são suficientes atender à demanda de resíduos sólidos produzidos nos centros urbanos, o que gera a necessidade da utilização do aterro sanitário como forma de destinação eficiente para todo e qualquer material descartado não aproveitado em nenhum dos métodos citados acima.

Neste artigo, propõe-se estudar um pouco mais a adoção dos aterros sanitários como forma de destinação do lixo das cidades e discutir suas implicações no meio ambiente, considerando a escolha da melhor área para implantação de um aterro e a legislação vigente.

## 1. Geração de resíduos sólidos nos centros urbanos

O resíduo sólido é definido como todo e qualquer material sólido descartado oriundo da atividade humana. O aumento da produção desses resíduos tornou-se motivo de preocupação constante nos meios sociais, principalmente quanto à destinação desse material após sua vida útil (SOUZA et al., 2000; CETESB, 1997b; AZEVEDO NETTO, 1991).

O volume da produção de lixo, assim como as características dos resíduos sólidos, varia de local para local, em razão de diferentes hábitos e costumes da população que habita determinada região. Existem também



outros fatores importantes a considerar: a atividade dominante, o clima, as estações e outras condições locais que se vão modificando ao longo dos anos (AZEVEDO NETTO, 1991; SOUZA et al., 2000). O estudo detalhado desses indicativos servirá de base para a escolha de um sistema de coleta eficaz, definindo o volume unitário médio produzido numa dada região. Isso permitirá um bom planejamento, verificando ou não a necessidade de implantação das estações de transbordo (CETESB, 1997a, 1997b; D'ALMEIDA; VILHENA, 2000; SOUZA et al., 2000).

Os resíduos sólidos estão classificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) 10.004<sup>NE</sup>, em três classes distintas: resíduos sólidos classe 1 [I] (perigosos), resíduos sólidos classe 2 [II] (não-inertes) e resíduos sólidos classe 3 [III] (inertes). Esta classificação permite separar os resíduos e encaminhá-los para destinação mais adequada (ABNT, 1987, 2003; AMORIM, 1996).

---

NE Em maio de 2004 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou uma nova versão da NBR 10.004, agora conhecida como NBR 10.004:2004 CB 155. A anterior, de setembro de 1987, teve sua validade expirada em 29 de novembro de 2004.

---

## 2. Aterro sanitário

O aterro sanitário tem sido a forma mais sugerida e utilizada para destinação do lixo domiciliar gerado nos grandes centros urbanos. O método consiste na disposição dos resíduos sobre o solo, que será coberto por camadas inertes, a fim de proteger o meio ambiente. Tal aterro permite um confinamento seguro em termos de controle ambiental e proteção à saúde pública (TOMMASI, 1994; D'ALMEIDA; VILHENA, 2000; GPCA – MEIO AMBIENTE, 2003; BARREIRA, 2001). São sistemas que possuem como característica a utilização de camadas impermeabilizantes, garantindo a integridade do solo e do lençol freático. Existem sistemas especiais de drenagem e coleta para águas percoladas da chuva bem como para o chorume produzido, além de drenos verticais que são responsáveis pela drenagem de gases produzidos pela fermentação do lixo (ABNT, 1987; MACCAFERRI AMÉRICA LATINA, 2003; TOMMASI, 1994; DEFLOR, 2003).

O método construtivo do aterro definirá sua classificação, podendo ser do tipo convencional, trincheira, rampa ou vala, que será escolhido de acordo com o volume de material produzido e a avaliação de condição topográfica, entre outros (MONTEIRO et al., 2001; TOMMASI, 1994; DEFLOR, 2003; BARREIRA, 2001). Esse tipo de empreendimento, em geral, necessita de uma grande área para ser implantado, preferencialmente em

locais onde o solo tenha menor possibilidade de recalque em decorrência do peso aplicado sobre ele. Grande parte desse tipo de empreendimento é gerenciado pelas prefeituras, cabendo a empresas terceirizadas a responsabilidade do funcionamento do aterro (HARRIS, 1991; CETESB, 1997b).

Atualmente, para aprovação e inserção de um projeto de aterro, existem normas de engenharia específicas para cada região, que devem obedecer a uma série de critérios estabelecidos por diversos órgãos de controle ambiental. Somente após todas as licenças aprovadas é que o empreendimento receberá o alvará de instalação e funcionamento (MONTEIRO et al., 2001).

### **3. Licenciamento para implantação de aterro sanitário**

Para que um projeto de aterro sanitário possa ser aprovado e posteriormente executado, é necessário que atenda a uma série de critérios para obtenção do licenciamento que autorizará seu funcionamento. É recomendado que esse procedimento ocorra tão logo seja assinado o contrato para execução dos serviços (MONTEIRO et al., 2001; TRINDADE; FIGUEIREDO, 1982). Os documentos necessários são: Licença Prévia (LP), Instrução Técnica (IT), Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO) e Cronograma do Licenciamento (MONTEIRO et al., 2001).

O pedido de LP deverá ser solicitado nos primeiros 30 dias da assinatura do contrato, acompanhado de um projeto básico; em seguida, é necessário fazer o EIA e seu respectivo relatório. Esse estudo tem a finalidade de analisar o empreendimento como um todo, verificando os pontos positivos e negativos da implantação referentes aos meios físico, biótico (flora e fauna) e antrópico (aspectos relacionados ao homem), para estabelecer uma série de medidas e ações que minimizem os impactos negativos registrados. O RIMA será então um resumo claro dos pontos principais abordados no EIA (MONTEIRO et al., 2001; D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Após essa etapa, técnicos dos órgãos responsáveis farão vistorias para verificar as conformidades do projeto e do local, de acordo com o EIA/RIMA (id. ib.).

Caso o projeto esteja conforme as exigências dos órgãos ambientais, é concedida a LI, e a área, liberada para execução do aterro (id. ib.).

## 4. Aterro Bandeirantes: um exemplo de aterro bem sucedido

### 4.1. Histórico

O Aterro Bandeirantes é um aterro de caráter sanitário destinado a receber parte do lixo gerado na cidade de São Paulo. Implantado em setembro de 1979, é gerenciado pela Prefeitura de São Paulo por meio do Departamento de Limpeza Urbana (LIMPURB) e operado pela Heleno & Fonseca, empresa terceirizada responsável pelo serviço. Sua vida útil está prevista para junho de 2006, quando completará 40 milhões de toneladas de lixo aterrado. Até a data da visita, aproximadamente 33 milhões de toneladas haviam sido aterrados no Bandeirantes.

O aterro ocupa uma área de aproximadamente 1,4 milhão de metros quadrados ( $m^2$ ). Inicialmente, foi projetado para duas subáreas chamadas de AS1 e AS2; posteriormente, foi implantada a subárea AS3 e, finalmente, as subáreas AS4 e AS5. Estas últimas surgiram da necessidade maciça de ampliação do empreendimento, em razão da grande demanda do volume de lixo gerado na cidade de São Paulo que precisava ser disposto.



**Figura 1 – Área para descarga e armazenamento de resíduos sólidos do Aterro Bandeirantes.**

Crédito: Elaboração própria.

A administração do aterro dispõe de um escritório central que conta com total infra-estrutura e cerca de 250 funcionários trabalhando em regime de turnos, em razão de o aterro funcionar 24 horas por dia. A operação do aterro conta ainda com oficinas, cantinas e alojamento, ocupando uma área de aproximadamente 40 mil m<sup>2</sup>. O aterro possui segurança que inclui vigilância durante todo o dia e cercamento em sua extensão total composto de mourões e arame farpado. Para preservar a saúde pública, é estipulada uma faixa não edificante de 100 metros (m) no seu entorno.

#### **4.2. Aspectos construtivos e monitoramento do Aterro Sanitário Bandeirantes**

O aterro foi executado no sistema de células, cujas dimensões chegam a 5 m de altura por 5 m de comprimento. São células compostas de taludes e bermas.<sup>1</sup> Os taludes são inclinados, a fim de garantir a integridade da camada compactada e evitar erosões. O solo do aterro é basicamente siltoso<sup>2</sup> e foi totalmente compactado para que pudesse receber as primeiras camadas de lixo para aterramento.

Nas subáreas AS1 e AS2, usou-se apenas camada de solo argiloso bem compactado sobre o terreno preparado, como forma de impermeabilização das áreas. Cabe salientar que, no momento da implantação dessas subáreas, não havia legislação que exigisse impermeabilização com mantas. A área subsequente AS3 recebeu impermeabilização com camada de solo argiloso bem compactado e manta de PVC. Já as áreas AS4 e AS5, utilizadas até o momento, são impermeabilizadas com geomembranas em Polietileno de Alta Densidade que são mantas de polietileno de alta densidade, com espessura de 1,5 metros (mm), emendadas por solda e fixadas por meio de sistema de grampos nas bordas. Após instalação da manta, cobre-se a área com terra de jazida própria do aterro, com camadas de aproximadamente 25 centímetros (cm), a fim de garantir proteção mecânica para a geomembrana. O material é então descarregado no pé do talude e compactado de baixo para cima, utilizando-se tratores tipo esteira. Quando a célula estiver completamente fechada, dá-se início ao seu encerramento. Para tanto, mais uma camada de terra é colocada sobre o lixo, com altura que pode variar entre 1 e 1,5 m. Após esse processo, prepara-se a execução de mais uma célula desativadas, em seqüência, até atingir a cota máxima que, para o andeirante, está estimada em, no máximo, 110 m.

1 Berma é um acréscimo praticado nos aterros assentados sobre fundo lodoso que visa impedir seu refluxo, ou seja, visa deter a descida de águas.

2 Solo siltoso é um solo com fragmentos de rocha ou partículas detriticas menores que um grão de areia.



**Figura 2 - Geomembranas de polietileno de alta densidade fixadas no talude.**

As águas superficiais oriundas das chuvas são drenadas por sistemas de enrocamento de brita e escadas hidráulicas, instalados em todo o aterro. As águas são coletadas e encaminhadas para o corpo d'água mais próximo, evitando, assim, infiltração no solo e minimizando efeitos de liquefação do lixo.



**Figura 3 - Vista do sistema de enrocamento de brita e dos drenos verticais.**

O chorume, líquido percolado gerado pelos resíduos sólidos aterrados, por ser material altamente poluidor, deve ser encaminhado para tratamento. Neste aterro, o volume de chorume gerado na estação seca é de aproximadamente 1,2 milhão litros por dia (L/dia) e na estação chuvosa 1,8 milhão L/dia. Tal líquido é coletado através de drenos horizontais e

encaminhado para as Estações Elevatórias que têm a função de bombeá-lo para as Lagoas de Chorume; estas armazenam o percolado até que caminhões-tanque da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) passem para recolhê-lo e transportá-lo para a Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri.

Os drenos horizontais possuem uma base de rachão de 1,2 m que,



**Figura 4 - Lagoa de chorume.**

Crédito: Elaboração própria

após a instalação, é recoberta com 3,5 m de lixo e 0,3 m de solo. Eles devem ser conectados aos drenos verticais para que os gases gerados pelo lixo sejam drenados. Os drenos verticais são executados para atingir toda a altura do aterro, sendo estendidos toda vez que uma célula é encerrada. São compostos de tubo de concreto com 0,6 m de diâmetro, envolto em toda sua extensão com pedra brita de número 4 (rachão), formando um enrocamento. O gás metano ( $\text{CH}_4$ ) produzido pelo lixo é eliminado pelos drenos e sofre queima induzida, a fim de liberar para a atmosfera gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e vapor d'água, menos agressivos ao meio.

Outro critério importante a ser verificado no aterro é o monitoramento de águas subterrâneas (lençol freático). Para tanto, o aterro conta com 17 poços de monitoramento a jusante e 17 a montante. As amostras coletadas são analisadas por empresa contratada que emite relatórios periódicos à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), sendo esse procedimento sempre fiscalizado e acompanhado por técnicos da Prefeitura. O engenheiro responsável da LIMPURB informou,



na ocasião da visita, que as águas drenadas do lençol freático chegam a atingir padrões de potabilidade, sendo utilizadas para reduzir a poeira gerada nas estradas do aterro.

Para verificação da estabilidade do aterro, é realizado um monitoramento geotécnico com o objetivo de averiguar possíveis problemas de recalque excessivo no maciço. O controle é feito por 60 piezômetros que medem a pressão neutra do solo. Para as diferenças de níveis do aterro, são utilizados cerca de 400 marcos superficiais que trabalham em conjunto com os equipamentos topográficos para aferir a movimentação do lixo nas células.

Durante o funcionamento do aterro, é realizado periodicamente um monitoramento ambiental que envolve os principais órgãos: Departamento de Proteção de Recursos Naturais (D PTR), Secretaria do Meio Ambiente, CETESB, Polícia Ambiental, Polícia Florestal e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Vale lembrar que, após o término da vida útil do Aterro Bandeirantes, está previsto em seu lugar, a construção de um parque com sistema de lazer. Entretanto, nenhum tipo de edificação poderá ser executado no maciço, uma vez que as células de armazenamento estão sujeitas aos recalques que normalmente ocorrem nesse tipo de empreendimento, em razão da acomodação do lixo.

## Considerações finais

Como observamos neste artigo, o lixo representa um problema no que se refere a sua destinação final nos grandes centros urbanos. É necessário, então, conscientizar a população de que é possível diminuir o volume de lixo gerado, contribuindo assim, para uma menor quantidade de resíduos sólidos lançados ao meio ambiente. As várias formas de tratamento dos resíduos sólidos têm a função de descartar, de maneira racional, cada um dos tipos de resíduos, minimizando os impactos no meio ambiente e na saúde pública.

Vimos também que os aterros sanitários podem apresentar-se como uma forma bastante racional e inteligente para a destinação dos resíduos, desde que atendam às normas específicas de engenharia, como proteção do solo e drenagem dos líquidos gerados pelo lixo, além de constante monitoramento ambiental.

Assim, a eficiência desse sistema de destinação está intimamente ligada à qualidade de execução das obras civis, ao atendimento das especificações estipuladas em projeto, ao monitoramento das nascentes e do meio ambiente próximo e à utilização de tecnologias que garantam a integridade ou, pelo menos, minimizem os impactos possíveis no ambiente.

No entanto, preconiza-se um esforço mais amplo da sociedade, governo e órgãos competentes, a fim de propor soluções a médio e longo prazos para o crescente volume de lixo, pois, embora o aterro sanitário seja a escolha mais adequada para destinação da maior parte desse volume, é cada vez mais reduzida a disponibilidade de áreas para implantação de empreendimentos de tal tipo, em razão do elevado crescimento urbano e populacional.

## Referências

- AMORIM, V. P. de. *Resíduos sólidos urbanos*. Brasília, DF: Roteiro Editorial, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10.004: Classificação dos tipos de resíduos sólidos*. set. 1987. Disponível em: <<http://www.geocities.com/reciclagem2000/nbr10004.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2003.

AZEVEDO NETTO, J. M de. *Manual de saneamento de cidades e edificações*. 1. ed. São Paulo: Pini, 1991.

BARREIRA, L. P. Panorama da situação do tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos na cidade de São Paulo: aterros Bandeirantes e Sítio São João. In: *Anais. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21º. v. 3, p. 129. João Pessoa: ABES, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). *Caracterização de resíduos*. São Paulo: CETESB, 1997a.

\_\_\_\_\_. *Resíduos sólidos domiciliares e de serviços de saúde: tratamento e disposição final*. Texto básico. São Paulo: CETESB, 1997b.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. *Manual de gerenciamento integrado*. IPT 2622. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DEFLOR BIOENGENHARIA. *Aterro sanitário*. Disponível em: <<http://www.deflor.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

GPCA – MEIO AMBIENTE. *Poluição do solo*. Disponível em: <<http://www.gpca.com.br/poluicao3.htm>>. Acesso em: 12 out. 2003.

HARRIS, N. *Seminário internacional de gestão e tecnologias de tratamento de resíduos*, 1º. São Paulo: s/n., 1991.



MACCAFERRI AMÉRICA LATINA. *Aterro sanitário*. Disponível em: <<http://www.maccafferri.com.br/pagina.php?pagina=177&idioma=0>>. Acesso em: 20 fev. 2003.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEIREDO, Carlos Eugênio Moutinho; MAGALHÃES, Antônio Fernando; MELO, Marco Antônio França de; BRITO, João Carlos Xavier de; ALMEIDA, Tarquínio Prisco Fernandes de; MANSUR, Gilson Cleide. Coord.: Victor Zular Zveibil. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAMA, 2001.

SOUZA, E. de; LIMA C.; MEIRELES, S. I. *Reciclagem de entulho*. Viçosa: CPT, 2000.

TOMMASI, L. R. *Estudo de impacto ambiental*. São Paulo: CETESB/Terragraph Artes e Informática, 1994.

TRINDADE, O. S.; FIGUEIREDO, A. R. de. *Aterro sanitário: aspectos estruturais e ambientais*. Porto Alegre: Pallotti, 1982.