

The image features a red tag with a circular hole at the top, partially overlapping a yellow tag that has a recycling symbol. The background is a textured red and yellow pattern.

**Caderno Técnico
de Reabilitação de
Áreas Degradadas
por Resíduos
Sólidos Urbanos**

Caderno técnico de reabilitação de **áreas degradadas** por **resíduos sólidos urbanos**

Vera Christina Vaz Lanza – FIP

Rosângela Moreira Gurgel Machado – GESOL – Feam

Zuleika Stela Chiacchio Torquetti – DQGA – Feam

Patrícia Rocha Maciel Fernandes – GESOL- Feam

Alexandre Guimarães Reis – Assessor da Presidência – Feam

Cornélio Zampier Teixeira – Consultor do MMA / Feam

Colaboração

Mara Lúcia P. Nascimento Pinto

Núcleo de Documentação Ambiental – Feam

Belo Horizonte, novembro de 2010



Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
Fundação Israel Pinheiro – FIP (Termo de Parceria 22/2008)

Governador do Estado de Minas Gerais
Antônio Augusto Junho Anastasia

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

Presidente da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
José Cláudio Junqueira Ribeiro

Vice-Presidente da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
Alexandre Magrinelli

Diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental – Feam
Zuleika S. Chiachio Torquetti

Gerente de Saneamento Ambiental – Feam
Francisco Pinto da Fonseca

Gerente de Qualidade do Solo – Feam
Rosângela Moreira Gurgel Machado

Diretora-Executiva do Centro Mineiro de Referência em Resíduos – CMRR e Supervisora do Termo de Parceria 22/2008
Denise Marília Bruschi

Coordenação-Geral do Programa Minas sem lixões – Fundação Israel Pinheiro – FIP
Magda Pires de Oliveira e Silva

Coordenação Técnica do Programa Minas sem lixões – Fundação Israel Pinheiro – FIP
Eualdo Lima Pinheiro
Luiza Helena Pinto
Vera Christina Vaz Lanza

Revisão ortográfica: Leila Maria Rodrigues

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam

Cidade Administrativa Tancredo Neves – Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n.º – Serra Verde
Edifício Minas, 1.º Andar - 30630-900 – Belo Horizonte/MG
Tel.: (31) 3915-1101 – feam@feam.br / www.feam.br

Fundação Israel Pinheiro – FIP

Av. Belém, 40 – Esplanada – 30285-010 – Belo Horizonte/MG
Tel.: (31) 3281-5845 – minassemlixoes@israelpinheiro.org.br / www.israelpinheiro.org.br

F981r Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente; Fundação Israel Pinheiro. – Belo Horizonte: FEAM, 2010.

36 p. ; il.

Inclui referências

1. Áreas degradadas. 2. Resíduos sólidos urbanos I. Programa Minas Sem Lixões. II. Fundação Israel Pinheiro.

CDU – 502.174:626.877

Sumário

1. Apresentação	4
2. Introdução	6
3. Definições	8
3.1. Lixão ou Vazadouro	8
3.2. Aterro Controlado	8
3.3. Aterro Sanitário	9
3.4. Aterros Sanitários de Pequenos Portes	10
3.5. Usina de Triagem e Compostagem de Lixo	10
4. Impactos Ambientais Causados pelos Lixões	11
5. Formas de Encerramento e Reabilitação de Áreas Degradadas por Lixões	13
5.1. Técnicas de Desativação	14
5.1.1. Remoção dos Resíduos	14
5.1.2. Recuperação Simples	16
5.1.3. Recuperação Parcial	18
5.2. Adequação Provisória como Aterro Controlado	24
5.3. Recuperação como Aterro Sanitário	27
6. Critérios a serem Observados no Encerramento de Lixões	28
7. Requalificação da Área	29
8. Conclusões	31
9. Referências Bibliográficas	32

1. Apresentação

Com o objetivo de orientar os municípios mineiros na gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam lança, em parceria com a Fundação Israel Pinheiro – FIP, a coletânea Minas sem lixões, composta pelas publicações:

- Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva – PGICS
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Plásticos – PGIRP
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas – PGIRPBL
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – PGIREEE
- Plano de Gerenciamento Integrado de Óleo de Cozinha – PGIOC
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pneumáticos – PGIRP
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Vítreos – PGIRV
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil – PGIRCC
- Orientações Básicas para Encerramento e Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos.

Criado em 2003 pela Feam, o programa Minas sem Lixões, integrado em 2007 ao Projeto Estruturador Resíduos Sólidos, tem como meta, até

2011, viabilizar o atendimento de, no mínimo, 60% da população urbana com sistemas de tratamento e destinação final adequados de resíduos sólidos urbanos, além de atuar para o fim dos lixões em 80% dos municípios mineiros.

Para alcançar esses resultados, o Projeto promove diversas ações, de maneira a incentivar e orientar os municípios mineiros na elaboração e implementação do Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos, conforme determinado pela Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Na busca de soluções, uma das estratégias é o apoio na criação de consórcios intermunicipais, com os objetivos de reduzir custos e formar parcerias estratégicas para a melhoria da qualidade ambiental da região. Outra importante iniciativa é a inserção de pessoas em situação de vulnerabilidade social nos programas de coleta seletiva, voltados para geração de trabalho e renda, além do resgate da cidadania.

De 2003 a 2009, Minas Gerais registrou um crescimento de mais de 200% no número de habitantes atendidos por sistemas adequados de disposição final de resíduos. Mais do que números, esse indicador sinaliza a mudança de paradigma do poder público e de comportamento da população.

Nesse contexto, a Feam vem fomentando pesquisas para novas rotas tecnológicas voltadas para a reutilização, reciclagem e geração de energia renovável a partir da utilização dos resíduos. Mas, antes de tudo, devemos refletir sobre o consumo consciente. Estamos diante de grandes inovações, mas, para alcançarmos nossos objetivos, é preciso que os municípios e cidadãos participem conosco na construção do futuro sustentável. Bom trabalho a todos!

2. Introdução

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art.225 estabelece *que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida*, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando assim o Art.225.

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores.

Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano. De acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2008), 50,80% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos sólidos urbanos em lixões. Em Minas Gerais, mesmo com todos os esforços do Programa Minas

sem Lixões, até o fim de 2009, cerca de 45% dos municípios ainda dispunham os RSU de forma inadequada.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc.

Assim, o correto gerenciamento desses resíduos, incluindo uma cadeia de ações visando à redução da geração, à coleta seletiva, ao transporte seguro, ao reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados, deve ser tema cada vez mais presente na tomada de decisão dos gestores públicos municipais.

Este caderno apresenta algumas técnicas utilizadas para desativação, adequação e recuperação de áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos em lixões e foi adaptado do Manual de Procedimentos para Recuperação Ambiental de Lixões em Minas Gerais, elaborado em 2008 pelo consultor do Ministério do Meio Ambiente Cornélio Zampier Teixeira.

3. Definições

3.1. Lixão ou Vazadouro

É uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pela simples descarga sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira (Fotos 1 e 2).



Fotos 1 e 2 – Lixões

3.2. Aterro Controlado

É uma técnica utilizada para confinar os resíduos sólidos urbanos sem poluir o ambiente externo, porém sem a implementação de elementos de proteção ambiental (Fotos 3 e 4).

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 lixiviados (chorume mais água de infiltração) ou de extração e queima controlada dos gases gerados. Esse método é preferível ao lixão, mas apresenta qualidade bastante inferior ao aterro sanitário.



Fotos 3 e 4 – Aterros controlados

3.3. Aterro Sanitário

Segundo a NBR 8419/1992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que não causa danos à saúde pública e ao meio ambiente, utilizando, para tanto, medidas de minimização dos impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na 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 (Fotos 5 e 6).

O aterro sanitário deve contar com todos os sistemas de proteção ambiental:

- impermeabilização de base e laterais;
- recobrimento diário dos resíduos;
- cobertura final das plataformas de resíduos;
- coleta e drenagem de lixiviados;
- coleta e tratamentos dos gases;
- drenagem superficial;
- tratamento de lixiviados;
- monitoramento ambiental.

Embora consistindo em uma técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos. A avaliação do impacto ambiental local e sobre a área de influência nas fases de implantação, operação e monitoramento devem ser sempre considerados na elaboração dos estudos técnicos.

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, pelo menos, por mais 10 anos após o seu encerramento.



Fotos 5 e 6 – Aterros sanitários

3.4. Aterros Sanitários de Pequeno Porte

Os aterros sanitários de pequeno porte, segundo a NBR 15849/2010 da ABNT, são aqueles concebidos para recebimento de até 20 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos (em final de plano) em que, considerados os aspectos físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, reduzindo os elementos de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

3.5. Usinas de Triagem e Compostagem de Lixo

As usinas de triagem e compostagem são utilizadas para a separação manual dos diversos componentes dos resíduos, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais (Fotos 7 e 8).

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 físico-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.



Fotos 7 e 8 – Usinas de Triagem e Compostagem de lixo

4. Impactos Ambientais Causados pelos Lixões

Os resíduos lançados em lixões acarretam problemas de saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos), geração de gases que causam odores desagradáveis e intensificação do efeito estufa e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume – líquido de coloração escura, malcheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos.

Em termos ambientais, os lixões agravam a poluição do ar, do solo e das águas, além de provocar poluição visual. Nos casos de lançamento de resíduos em encostas, é possível ainda ocorrer a instabilidade dos taludes pela sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, provocando deslizamentos.

Em termos sociais, os lixões a céu aberto interferem na estrutura local, pois a área torna-se atraente para as populações de baixa renda do entorno, que buscam, na separação e comercialização de materiais recicláveis, uma alternativa de trabalho, apesar das condições insalubres e sub-humanas da atividade.

Pode-se acrescentar ainda a este cenário, o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se, até mesmo, a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde, principalmente dos hospitais como também das indústrias.

Comumente ainda se associam aos lixões fatos altamente indesejáveis, como a presença de animais, e problemas sociais e econômicos com a existência de catadores, os quais retiram do lixo o seu sustento e, muitas vezes, residem no próprio local.

Embora o chorume e os gases sejam os maiores problemas causados pela decomposição do lixo, outros problemas associados com sua disposição podem ser assim compreendidos:

- produção de fumaça e odores desagradáveis;
- agressão estética à paisagem natural;
- riscos de incêndio e intensificação do efeito estufa;
- aparecimento de catadores precariamente organizados, inclusive crianças;
- desvalorização imobiliária das vizinhanças.

A Figura 1 ilustra os principais impactos ambientais causados pelos lixões:



Figura 1 – Impactos ambientais causados pelos lixões

5. Formas de Encerramento e Reabilitação de Áreas Degradadas por Lixões

A desativação de áreas ocupadas por lixões é feita, muitas vezes, sem critérios técnicos, realizando-se apenas o encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área.

Nesse caso, a atuação dos catadores e o trabalho infantil cessam, mas a geração de gases, chorume e odores continuam, enquanto houver atividade biológica no interior do maciço de resíduos, podendo causar poluição do ar e das águas, problemas de instabilidade no terreno e degradação do solo.

Além disso, são cada vez mais frequentes os casos em que é constatada a contaminação por substâncias químicas do solo e das águas superficiais e subterrâneas nas áreas utilizadas como depósito de lixo. Esse fato decorre, principalmente, do aumento do percentual de materiais como pilhas, baterias de aparelhos celulares e elementos eletro-eletrônicos nos resíduos domiciliares, em razão do avanço tecnológico veloz de nossa época. Outro aspecto que contribui para isso é a falta de controle dos tipos de resíduos encaminhados para os lixões, como, por exemplo, resíduos industriais ou de outras atividades urbanas, tais como oficinas mecânicas e postos de combustíveis.

Esses tipos de resíduos podem ser classificados como Perigosos – Classe I, conforme a NBR 10004/2004 da ABNT. Além de outras características, podem conter substâncias químicas que migram para o solo e para as águas subterrâneas e superficiais, com potencial de causar danos à saúde e ao bem estar da população, à fauna e flora e, até mesmo, à ordem e segurança públicas.

Em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais, o simples abandono e fechamento das áreas utilizadas para disposição final de resíduos sólidos urbanos devem ser descartados, devendo os municípios buscar técnicas que minimizem os impactos ambientais.

A seguir são apresentadas algumas técnicas utilizadas para desativação, adequação e recuperação de áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos em lixões.

A escolha da melhor técnica a ser utilizada deverá ser pautada por um estudo prévio detalhado do local, que avalie as condições físicas e o comprometimento ambiental da área. Esse estudo deve contemplar, no mínimo, a realização de levantamento planialtimétrico do terreno, estudos de sondagem e caracterização geotécnica, análises de águas superficiais e subterrâneas, entre outros.

Cabe ressaltar que os estudos para a definição da melhor técnica, bem como os projetos e as operações de recuperação devem ser realizados sob a supervisão técnica de profissional(is) habilitado(s), procedendo-se ao registro das Anotações de Responsabilidade Técnica no(s) respectivo(s) Conselho(s) Profissional(is).

Esses estudos e projetos deverão ser submetidos ao órgão ambiental juntamente com a documentação pertinente ao processo de licenciamento do novo local para disposição final ou tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

5.1. Técnicas de Desativação

5.1.1. Remoção dos Resíduos

Uma das técnicas utilizadas para o encerramento de uma área degradada pela disposição inadequada de resíduos envolve a remoção e o transporte desses resíduos para outro local, previamente preparado e regularizado no órgão ambiental competente. Essa alternativa só é viável quando a quantidade de resíduos a ser removida e transportada não é muito grande, pois essas atividades representam elevados custos e dificuldades operacionais, que podem inviabilizar economicamente o processo.

Além disso, o novo local de disposição de resíduos deverá ter características operacionais (lançamento, compactação, etc.) superiores às do depósito original.

A quantidade de resíduos a ser removida é uma questão de ampla relatividade, pois as prefeituras com maiores recursos orçamentários e com equipamentos adequados poderão remover quantidades julgadas por elas pequenas e que seriam grandes pelas administrações de menor capacidade.

A avaliação da viabilidade da remoção dos resíduos deve considerar ainda que a substituição dos locais seja vantajosa sob o ponto de vista ambiental, como nas seguintes circunstâncias:

- a) remoção de um local onde não foram utilizados critérios técnicos para outra área previamente preparada como um aterro sanitário;
- b) remoção de um local em área urbana ou em vias de expansão para uma área sem conflitos de ocupação, de preferência já degradada;
- c) remoção de uma área vulnerável à contaminação para outra com menor restrição ambiental, dos pontos de vista geológico e geotécnico;
- d) remoção de uma área com vocação para usos mais nobres para outra com pequeno valor imobiliário e usos corriqueiros, de acordo com a legislação municipal de uso e ocupação do solo.

A remoção dos resíduos é uma alternativa altamente recomendável quando o lixão estiver localizado em área de risco geológico ou geotécnico que possa significar perigo para a população e o meio ambiente, tais como:

- escorregamento do depósito sobre residências localizadas em encostas íngremes,
- assoreamento de nascentes,
- possibilidade de ruptura do maciço em razão do empilhamento concentrado dos resíduos em pequenas áreas, com grande altura e inclinação.

Para as áreas de risco geológico ou geotécnico podem também ser aplicadas técnicas de engenharia, como a reconformação da geometria do depósito, criando-se arranjos mais estáveis para as plataformas de disposição de resíduos. A adoção desse tipo de projeto deve prever um uso futuro apropriado para a área, evitando-se a ocupação por habitações ou outras instalações que possam colocar em perigo a população.

No entanto, esses procedimentos poderão ter custos bem mais elevados que a remoção dos resíduos. Adicionalmente, deve-se considerar que os custos resultam da soma dos valores remunerados para as operações de escavação, deslocamento, lançamento, espalhamento e conformação na nova área, com os gastos adicionais de conformação, drenagem e proteção vegetal na antiga área.

Paralelamente à remoção dos resíduos, deverá ser realizada uma avaliação da contaminação do solo e água subterrânea na área degradada, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Feam .

Caso a avaliação não tenha constatada a ocorrência de contaminação na área, deve ser realizada a sua recuperação com solo natural e revegetação com espécies da região, de acordo com um Plano de Recuperação elaborado por profissional habilitado e avaliado pelo órgão ambiental competente.

Caso a avaliação tenha apresentado indícios de contaminação na área, a Feam deverá ser informada de imediato para que sejam definidas as ações visando ao gerenciamento da contaminação, bem como à reabilitação da área.

Em alguns casos, são necessárias medidas de proteção à saúde da população, sendo a mais comum a instalação de lacres em cisternas ou poços, para evitar o consumo de água subterrânea contaminada.

A Deliberação Normativa COPAM n.º 116/2008 e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH n.º 02/2010 trazem as diretrizes para gerenciamento de áreas suspeitas e contaminadas no Estado de Minas Gerais.

5.1.2. Recuperação Simples

Há algumas situações em que um conjunto de circunstâncias indica como mais sensatas as medidas de recuperação simplificadas, por meio do encapsulamento dos resíduos dispostos no lixão.

A técnica de recuperação simples deve ser avaliada quando for inviável a remoção dos resíduos dispostos no local, em função da quantidade e de dificuldades operacionais, quando a extensão da área ocupada pelos resíduos não for muito grande e, sobretudo, quando o local não puder ser recuperado como aterro controlado ou aterro sanitário.

Recomenda-se a recuperação simples somente quando um grupo de condições específicas for atendido:

- o maciço do depósito deve ter pequena altura e ter taludes estáveis na condição em que se encontra, podendo ser capeado com solo, sem manejo de lixo, de modo seguro e economicamente viável;
- o depósito não deve estar localizado em:
 - áreas de formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas;

- áreas de valor histórico ou cultural, como, por exemplo, os sítios arqueológicos;
 - áreas de preservação permanente, áreas de proteção ambiental e reservas biológicas;
 - áreas com menos de 200 metros de distância de corpos hídricos utilizados para irrigação de hortaliças e consumo humano.
- deve haver disponibilidade de solo apropriado para o encapsulamento dos resíduos a menos de 1,5 km do local;
 - não ter ocorrido comprometimento das águas subterrâneas, constatado em análises químicas e biológicas;
 - a área de empréstimo, comprovando-se sua capacidade e qualidade, deverá ser cedida à prefeitura em condições financeiras notoriamente vantajosas, mediante documento de fé pública;
 - os catadores de lixo do município já se encontram ou estão em processo formal de organização.

Obedecidas às condições citadas, recomenda-se a realização das seguintes atividades:

- avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- delimitação da área com cerca de isolamento e portão;
- identificação do local com placas de advertência;
- arrumação dos resíduos em valas escavadas ou reconformação geométrica dos resíduos com a menor movimentação de lixo possível, ficando a critério dos técnicos responsáveis, a obtenção da configuração mais estável.
- conformação do platô superior com declividade mínima de 2% na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques;
- recobrimento do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade¹, inclusive nos taludes la-

¹ Argila de boa qualidade é aquela que pode ser frequentemente encontrada em depósitos superficiais de sopé de encostas, após a remoção da camada orgânica de solo, com textura típica de argila arenosa e que, após compactação, apresenta baixa permeabilidade e pequena suscetibilidade ao trincamento.

terais. Deve ser avaliada a necessidade da utilização de membrana sintética antes da camada de argila para se obter maior impermeabilidade.

- execução de canaletas de drenagem pluvial a montante do maciço para desvio das águas de chuva;
- execução de drenos verticais de gás;
- lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas,
- registro no cadastro da Prefeitura da restrição de uso futuro da área.

Dentre as vantagens aventadas para esse tipo de intervenção, resalta-se a simplicidade dos equipamentos exigidos (trator de esteiras de qualquer porte é desejável), dispensando a aquisição de novos equipamentos e das operações envolvidas para a selagem do lixão e para a execução de drenagem pluvial, por exemplo.

Como uma desvantagem importante da recuperação simples menciona-se a restrição de uso futuro da área.

Além disso, vale destacar a necessidade de escolha de um novo local para disposição de resíduos no município, em conformidade com a legislação ambiental e as normas técnicas pertinentes e que se garanta o cumprimento das restrições de uso futuro da área.

5.1.3. Recuperação Parcial

A recuperação parcial poderá ser utilizada pelos municípios maiores e, nos casos excepcionais, pelos municípios menores quando a situação do lixão não se enquadrar na recuperação simples devido às restrições observadas durante os estudos prévios de avaliação da área, que incluem a avaliação da água subterrânea quanto à contaminação.

Caso a avaliação tenha apresentado indícios de contaminação na área, o órgão ambiental competente deve ser informado para que sejam definidas as ações para o gerenciamento da contaminação, bem como as medidas de recuperação a serem adotadas.

Por outro lado, caso a avaliação não tenha constatada a ocorrência de contaminação da água subterrânea, deverá ser implantado um Progra-

ma de Monitoramento da água subterrânea, com frequência e extensão a serem definidas pelo órgão ambiental. Tal ação é justificada uma vez que essa técnica não cessa todas as fontes de contaminação da área, como, por exemplo, a geração de chorume no maciço de resíduos.

Os demais impactos ambientais poderão ser sensivelmente mitigados, imediatamente após a intervenção pela recuperação parcial, com diferentes graus de intensidades.

Cabe observar que a recuperação parcial de um lixão deve ser objeto de um projeto conceitual e de um projeto executivo, que contemple, no mínimo, as seguintes medidas:

- reconformação geométrica baseada em avaliação geotécnica para garantir a estabilidade dos taludes e capeamento do lixão com selo impermeável de material argiloso ou material sintético como geomembrana de polietileno de alta densidade – PEAD, se não houver disponibilidade local de argila de boa qualidade;
- conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- controle da emissão e tratamento de lixiviados, por meio de barreiras de contenção ou drenos direcionados para sistemas de tratamento, de recirculação ou de acumulação para posterior envio a uma estação de tratamento de esgotos ou para o sistema de tratamento de efluentes do novo aterro sanitário do município;
- coleta e desvio das águas superficiais, de forma a minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos;
- controle da emissão e queima de gases;
- isolamento da área;
- controle de recalques;
- controle da qualidade do ar;
- controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área, por meio de poços de monitoramento;
- implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos encerrados.

A alternativa geométrica para a recuperação parcial deve ser muito bem estudada e discutida, observando-se sempre a sua exequibilidade. A

alternativa geométrica mais simples é aquela em que o lixão se encontra em uma área bem protegida (do ponto de vista geológico/hidrogeológico) e dispõe de amplos espaços laterais para desmonte e aplainamento dos depósitos. A mais difícil é aquela em que o lixão já é de grande altura, tem um platô superior de área reduzida e não dispõe de muita área lateral para desmobilização e rearranjo das novas pilhas.

A seguir são apresentados três exemplos de soluções que ilustram a recuperação parcial de lixões:

a) Alternativa 1

Alternativa de concepção mais simples, considerando a rapidez de execução, a simplicidade executiva e os menores custos e tem a seguinte proposta:

- a nova configuração geométrica compreende o retaludamento do lixão com alguma remoção de material e envelopamento adequado da geometria resultante com material terroso retirado de área de empréstimo a montante do lixão (Figura 2);
- a camada selante será construída com argila compactada, sem controle tecnológico, com espessura de 80 cm nas plataformas e bermas e 50 cm na superfície dos taludes;
- a zona radicular das espécies graminosas a serem plantadas sobre a superfície reconformada do lixão será suportada por uma única camada de solo/composto orgânico com espessura de 40 cm;
- o sistema de drenagem de gases será constituído por furos (a serem construídos por equipamento destinado a escavação de estacas de fundações, com diâmetro de 40 cm) preenchidos por brita n.º 4. Na extremidade superior dos furos será colocado um tubo de concreto, destinado à queima dos gases;
- a drenagem do chorume será constituída por uma linha de drenos a ser construída no perímetro da plataforma de base do lixão, desaguardo, por gravidade, na parte mais baixa do modelado topográfico existente. Esse sistema deve ser interligado a uma caixa coletora munida de uma bomba de sucção para retirada dos líquidos acumulados e encaminhamento posterior a uma estação de tratamento;

- a área deverá ser isolada por meio de cerca complementada por uma cerca viva inserida no plano paisagístico.



Figura 2 – Alternativa 1 para recuperação parcial de lixões

b) Alternativa 2

Essa alternativa é de concepção intermediária, considerando principalmente os aspectos de custo, facilidade operacional e prazo de execução, e tem a seguinte proposta:

- a nova configuração geométrica compreende o retaludamento do lixão com remanejamento do material para as laterais e para baixo, e envelopando adequadamente a geometria final assim conformada, usando material terroso retirado de área de empréstimo a montante do lixão (Figura 3);
- a camada selante será construída com argila compactada, com controle tecnológico criterioso das camadas compactadas, usando-se espessuras de 60 cm nas plataformas e bermas e 40 cm na superfície dos taludes;
- a zona radicular das espécies graminosas a serem plantadas sobre a superfície reconformada do lixão será suportada por uma camada de argila moderadamente compactada, com 20 cm de espessura, (imediatamente acima da camada selante) e de solo/composto orgânico com espessura de 40 cm;

- a sistema de drenagem de gases será constituído de furos (a serem construídos por equipamento destinado a escavação de estacas de fundações, com diâmetro de 60 cm) preenchidos por brita n.º 4. Na extremidade superior dos furos será colocado um tubo de concreto, destinado à queima dos gases;
- a drenagem do chorume será constituída por uma linha de drenos a ser construída no perímetro da plataforma de base do lixão, desaguando, por gravidade, na parte mais baixa do modelado topográfico atualmente existente. Esse sistema deve ser interligado a uma caixa coletora munida de uma bomba de sucção para retirada dos líquidos acumulados e encaminhamento posterior a uma estação de tratamento;
- a área deve ser isolada por meio de cerca complementada por uma cerca viva inserida no plano paisagístico.

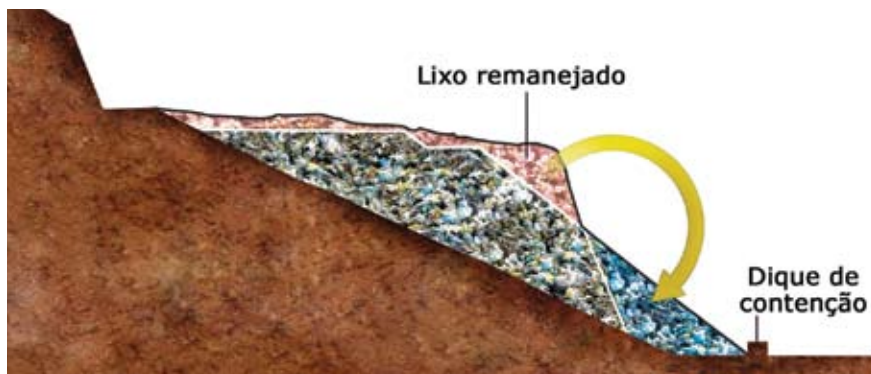


Figura 3 – Alternativa 2 para recuperação parcial de lixões

c) Alternativa 3

Essa alternativa é a de concepção técnica mais rigorosa e de expectativa de melhores resultados, porém implicando aumento no tempo de execução, na complexidade executiva e nos custos. A proposta consiste no seguinte:

- a nova configuração geométrica compreende o total retaludamento do lixão, alterando adequadamente sua geometria, de acordo com estudo geotécnico especializado. No escopo da proposta, os resíduos aterrados deverão ser removidos para montante e para as laterais, alargando a área ocupada de modo a serem formados taludes bem suaves;

- a proteção de cobertura será feita com material geocomposto, como se descreve a seguir, sendo o material terroso retirado de área de empréstimo situada próximo ao lixão.
- a camada selante será construída com geomembrana de PEAD (espessura de 1 mm), sobre a qual serão colocadas as camadas de proteção (argila moderadamente compactada com espessura de 40 cm), de drenagem e substrato orgânico para a cobertura vegetal;
- a zona radicular das espécies graminosas a serem plantadas sobre a superfície reconformada do lixão será suportada por uma camada de solo/composto orgânico com espessura de 40 cm.
- o sistema de drenagem de gases será constituído de furos (a serem construídos por equipamento destinado à escavação de estacas de fundações), posteriormente encamisados por tubos de concreto perfurado e preenchidos por brita n.º 4. A queima dos gases será feita na extremidade superior dos tubos;
- a drenagem dos lixiviados será feita por meio da inserção de tubos de aço galvanizado no interior das colunas de drenagem de gases para bombeamento direto (com bombas submersas) do lixiviado e seu direcionamento para um reservatório, a partir do qual serão encaminhados a uma estação de tratamento.
- a área deve ser isolada por meio de cerca complementada por uma cerca viva inserida no plano paisagístico.

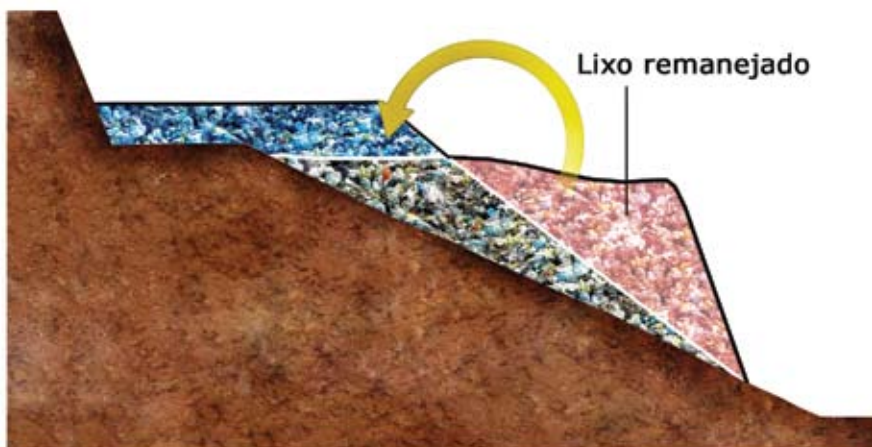


Figura 4 – Alternativa 3 para recuperação parcial de lixões

Cabe destacar que a escolha da melhor alternativa deve ser feita a partir de um minucioso levantamento de suas vantagens e desvantagens, discutindo-as previamente com profissionais e empresas habilitadas. Destaca-se, ainda, que as alternativas apresentadas neste Caderno são apenas exemplos de recuperações parciais, que podem não se adaptar à realidade do município.

5.2. Adequação provisória como Aterro Controlado

A recuperação de um lixão como aterro controlado pode ser uma alternativa temporária para os municípios com populações inferiores a 20.000 habitantes, até que seja implantado, por meio de respectivo processo de regularização ambiental, sistema adequado de disposição final de resíduos.

Para tanto, é muito importante a certeza de que o lixão não tenha recebido resíduos perigosos ao longo de sua vida operacional e também a realização de análises laboratoriais da qualidade do solo e da água subterrânea, com o objetivo de avaliar a ocorrência de contaminação da área. Da mesma forma, deverão ser seguidas as diretrizes da DN COPAM nº 116/2008 e da DN Conjunta COPAM-CERH n.º 02/2010.

Para a recuperação de um lixão como aterro controlado, a área deve atender aos seguintes requisitos, estabelecidos na Deliberação Normativa Nº 118/2008 do COPAM:

- não deve estar localizada em áreas de reconhecida formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas;
- não deve estar localizada em áreas erodidas, em especial em voçorocas ou em áreas de preservação permanente;
- deve possuir solo de baixa permeabilidade e ter declividade média inferior a 30%;
- não deve estar localizada em área sujeita a eventos de inundação;
- deve estar situada a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica. Poderão ser admitidas distâncias entre 200 e 300 metros, desde que não exista alternativa locacional e seja encaminhada à Feam declaração emitida por profissional devidamente habilitado, com apresentação de cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, afirmando a via-

bilidade locacional, conforme modelo constante do Anexo I da DN 118/2008.

- deve estar a uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais;
- deve estar a uma distância mínima de 100 metros de rodovias federais, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes.

Além dos requisitos citados acima, os municípios deverão realizar as seguintes ações:

- avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- delimitação da área com cerca de isolamento e portão, complementada por espécies arbustivas/arbóreas;
- identificação do local com placas de advertência;
- limpeza do local, remoção dos resíduos espalhados e disposição em valas escavadas ou plataformas, conforme a seguir:
- em rampa, empregado em áreas de meia encosta, com boas condições de escavação do solo natural, onde o lixo é disposto e compactado pelo trator e posteriormente coberto com solo.



Figura 5 – Disposição final de Resíduos em Rampa

- em valas, que podem ser de pequenas dimensões, com compactação e recobrimento dos resíduos feitos manualmente, ou de grandes dimensões, permitindo a entrada de equipamentos no seu interior.



Figura 6 – Disposição final de Resíduos em Vala

- nos locais onde a disposição de resíduos estiver encerrada, deverá ser feita a conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevenendo-se possíveis recalques;
- recobrimento final do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
- execução de canaletas de drenagem pluvial a montante da área de disposição para desvio das águas de chuva;
- lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas.

5.3. Recuperação como Aterro Sanitário

Quando o lixão está localizado em uma área que atende aos requisitos mínimos estabelecidos na NBR 13896/1997 da ABNT e as dimensões e características do terreno possibilitam a sua utilização adicional por um período superior a 15 anos, a recuperação como um aterro sanitário construído em área adjacente pode ser uma alternativa viável.

A importância desse tipo de intervenção fica mais bem caracterizada com os seguintes argumentos:

- muitos municípios, especialmente os de áreas metropolitanas, os inseridos em áreas de proteção ambiental ou com sérias restrições geológicas/hidrogeológicas têm problemas de obtenção de áreas para instalação de aterros sanitários;
- desde que as restrições citadas anteriormente não sejam relevantes para a área do lixão, que já se encontra degradada, e desde que não haja empecilhos por parte da população, a localização do aterro sanitário na própria área do lixão oferece a grande vantagem de não criar novos impactos numa nova área;
- o aterro sanitário pode ter um projeto especial, com uma geometria que disponibilize uma maior capacidade de acumulação de resíduos que o necessário, propiciando, nos intervalos de ociosidade dos equipamentos, a remoção do lixão, com transferência de massa para o aterro sanitário, previamente preparado e em melhores condições sanitárias e ambientais;
- esse tipo de intervenção favoreceria a intensificação dos controles ambientais ou monitoramentos, adaptando-se o projeto de modo a contemplar também a área do lixão, com menores custos, com maior racionalidade e mais facilidade de controle.

No caso de recuperação do lixão como aterro sanitário, recomenda-se que a elaboração dos projetos e estudos ambientais seja pautada na legislação ambiental e nas Normas Técnicas da ABNT pertinentes, notadamente a NBR 13896/1997 e a NBR 8419/1992. Para os aterros sanitários de pequeno porte, recomenda-se observar a NBR 15849/2010 da ABNT.

Destaca-se que os estudos a serem elaborados devem incluir a avaliação de solo e água subterrânea quanto à contaminação da área.

6. Critérios a serem observados no encerramento de lixões

Em qualquer alternativa técnica adotada para encerramento de um lixão, o tempo e os recursos técnicos e econômicos necessários são proporcionais ao grau de comprometimento da área e à capacidade da Prefeitura Municipal em promover a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Importante destacar, que em todos os casos, as medidas de engenharia e de controle ambiental devem, necessariamente, fazer parte de um documento elaborado por profissional habilitado, denominado de **Plano de Reabilitação de Área Degradada por Lixão**. Este plano deve contemplar, no mínimo, as seguintes informações:

- 1) caracterização e identificação do empreendimento e dos responsáveis pelo projeto;
- 2) levantamento topográfico/cadastral com indicação de cursos d'água, poços ou cisternas e edificações existentes no entorno de até 500m;
- 3) caracterização geológica/geotécnica da área;
- 4) diagnóstico ambiental simplificado, com a descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de entorno do depósito de lixo;
- 5) caracterização das águas subterrâneas em pelo menos 2 pontos, um a montante e um a jusante do depósito de lixo;
- 6) memorial descritivo das propostas para os processos de recuperação, contendo orientações para execução dos serviços de reconformação geométrica, selagem do lixão, drenagem das águas pluviais, drenagem dos gases, drenagem e tratamento dos lixiviados, cobertura vegetal e isolamento da área;
- 7) definição das alternativas de uso futuro da área;
- 8) definição de um programa de monitoramento da estabilidade do maciço; do estado de manutenção dos sistemas de drenagem (pluvial, gases e lixiviados), qualidade das águas superficiais e subterrânea, crescimento e controle da cobertura vegetal, sistemas de sinalização e isolamento da área;
- 9) custos estimados e cronograma de execução.

7. Reabilitação da Área

A proposta para o uso futuro das áreas reabilitadas deve considerar que nos locais onde os resíduos permaneçam aterrados, continuará ocorrendo processos de decomposição mesmo após o encerramento das atividades, por períodos relativamente longos, que podem ser superiores a 10 anos.

Assim, após a reabilitação das áreas, os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais, de tratamento dos gases, de coleta e tratamento dos lixiviados e de monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea devem ser mantidos por um período que será definido pelo órgão ambiental em função das características locais.

A escolha do uso futuro da área deverá ser definida com base nos estudos realizados e na aptidão da área, levando-se em consideração a proteção à saúde humana e ao meio ambiente. O uso futuro da área deverá ser aprovado pelo órgão ambiental competente.

Recomenda-se a implantação de áreas verdes, com equipamentos comunitários como praças esportivas, campos de futebol, nos casos de locais próximos a áreas urbanizadas. A implantação de parques e espaços mais abertos poderá beneficiar a um maior número de pessoas, e uma área verde, com trabalho paisagístico de implantação de gramados, arbustos e árvores.

Em função dos possíveis problemas relacionados à baixa capacidade de suporte do terreno e à possibilidade de infiltração de gases com alto poder combustível e explosivo (metano), a implantação de edificações sobre os depósitos de lixo desativados é desaconselhável, a menos que estudos geotécnicos e resultados de monitoramento de gases demonstrem que a ocupação é possível, devendo haver projetos especializados para contemplar a necessidade de segurança, estrutural e ambiental, do novo empreendimento.

Porém, pode ser viável a implantação de pequenas construções como prédios administrativos e sanitários públicos, que devem ser projetados com boa ventilação, de modo a evitar o acúmulo de biogás na base ou em seu interior, e devem possuir fundações adequadas para resistir a possíveis recalques.

As áreas encerradas podem também ser utilizadas para pastagens ou plantações (lenhosas, viveiros de mudas etc.), observando-se, em ambos os casos, a recomendação de que a camada utilizada para o plantio (acima da camada selante argilosa) seja suficiente para garantir que as raízes não entrem em contato com os resíduos dispostos, sugerindo-se que as raízes cheguem, no máximo, até a camada de argila da cobertura final.

Em qualquer caso, a reabilitação da área deve proporcionar uma integração à paisagem do entorno e às necessidades da comunidade local, sendo recomendável a participação de seus representantes na definição do uso futuro da área.

8. Conclusões

As áreas de lixões apresentam características distintas que dependem principalmente do porte do município e do tipo de resíduo disposto. Consequentemente, a reabilitação dessas áreas é um procedimento com variado grau de complexidade.

Os projetos devem ser elaborados por profissionais habilitados e conter os custos e cronograma para implementação das referidas medidas de recuperação e reabilitação da área.

Diante do alto potencial de contaminação das antigas áreas de disposição de resíduos, torna-se imprescindível a investigação visando a verificar a existência ou a ausência de contaminação do solo e da água subterrânea, além dos aspectos sanitários e geotécnicos. Para isso, a Prefeitura Municipal deverá recorrer à Feam para receber orientações sobre a investigação e gerenciamento da potencial contaminação.

O tempo necessário para encerramento de um lixão é variável, dependendo do grau de comprometimento da área, dos recursos financeiros disponíveis e da concepção adotada. Cabe à Prefeitura, com apoio de assessoria técnica especializada, a elaboração do respectivo Plano de Recuperação de Área Degradada por Lixão, que deve definir as medidas técnicas e de controle ambiental necessárias, os custos e cronograma de implementação.

A proposta de uso futuro da área de um antigo lixão além de considerar os aspectos ambientais do entorno, os recursos financeiros disponíveis e os benefícios sociais advindos da sua reabilitação, deve estar em consonância com o plano diretor do município e lei de uso do solo. A proposta deve considerar que os resíduos aterrados ainda permanecem em processo de decomposição após o encerramento das atividades por períodos relativamente longos, que podem ser superiores a 10 anos.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, e configura-se um grave problema ambiental e de saúde pública. O envolvimento dos gestores municipais e da população em geral no processo de erradicação das áreas de lixões é fundamental para a reversão desse passivo.

9. Referências Bibliográficas

ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. **Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos**. IN: Diálogos & Ciências – Revista eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano II, n. 5, jun. 2005 (www.ftc.br/revistafsa).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8849** Apresentação de Projetos de Aterros Controlados de Resíduos Sólidos Urbanos: classificação. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **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.

_____. **NBR 15849**: Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). Deliberação Normativa n.º 52, de 14 de dezembro de 2001. Convoca os municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 15 dez. 2001.

CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). Deliberação Normativa n.º 118, de 27 de junho de 2008. Altera os artigos 2.º, 3.º e 4.º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 28 jun 2008.

CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). Deliberação Normativa n.º 116, de 27 de junho de 2008. Dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e

contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 28 jun 2008.

CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL E CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação Normativa Conjunta n.º 2, de 8 de setembro de 2010. Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 16 set 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Como destinar os resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: FEAM, 1995. 47p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT; COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2.^a edição. 370 p. São Paulo, 2000.

TEIXEIRA, C. Z. **Manual de procedimentos para recuperação ambiental de lixões em Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2008.



feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE



**GOVERNO
DE MINAS**