

## ALTERNATIVA DE SOLUÇÃO AMBIENTAL DO LIXO EM PEQUENOS

### CENTROS URBANOS

Nilzo Ivo Ladwig<sup>1</sup>

#### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo mostrar soluções para o problema do lixo urbano, em centros com até cinquenta mil habitantes (50.000), que podem amenizar o que se constitui em um dos grandes problemas da maioria dos administradores municipais.

Estudos realizados por BERRIOS (1989), revelam que os problemas do lixo urbano decorrem de três grupos de causas que são: Desconhecimento involuntário com omissão de sua existência; desconhecimento das soluções existentes, quando detectado-o; e em terceiro lugar, a falta de meios econômicos para adotar a solução.

Estas causas somadas com a falta quase total de uma legislação que regulamenta esta matéria, aumenta ainda mais, a responsabilidade do poder municipal no que concerne a um eficiente e adequado desempenho da coleta, transporte e principalmente na disposição final do lixo.

No entanto salvo honrosas exceções, prefeituras tem conseguido domínio completo destas funções, porque geralmente atingem com êxito as duas primeiras etapas, ficando relegado a um segundo plano, do que fazer finalmente com os resíduos sólidos, nesta etapa muitas vezes não é adotada nenhuma medida visando a proteção ambiental.

<sup>1</sup> Geógrafo, Mestrando em Engenharia Civil - Área de Cadastro Técnico Multifinalitário/UFSC

Considerando como sendo o aspecto de maior importância na remoção do lixo, o de evitar as conseqüências nocivas do mesmo devemos adotar as seguintes precauções: O volume deve ser reduzido, as condições higiênicas devem ser melhoradas e as substâncias solúveis presentes não devem penetrar livremente nos solos e nos lençóis d'água. (LIMA, 1979 & BUSCHINELLI, 1989)

Sabe-se que não existe a princípio uma solução única para a questão que pode ser aplicada de forma generalizada, devido principalmente a complexidade como, composição dos resíduos e as características regionais e locais da comunidade, que no conjunto devem ser observadas na escolha do melhor método. (BUSCHINELLI, 1989)

Aconselha-se que seja realizada uma disposição ordenada do lixo em aterro sanitário controlado, que vem sendo uma das práticas mais utilizadas no presente em virtude de sua simplicidade de execução e de seu baixo custo. Fontes como LIMA (1979), FELLEBERG (1980), BERRIOS (1989) E BUSCHINELLI (1989) traçam inúmeras vantagens deste método, que são: disposição do lixo de forma adequada; capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos; condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica presente no lixo; limitação da procriação de vetores prejudiciais ao homem; limitação da ação dos catadores de lixo; possibilidade de recuperação de áreas degradadas de baixo valor comercial, para fins de lazer e recreação pública; não requerimento de pessoal altamente qualificado; aceitação sem qualquer inconveniente, de todo tipo de lixo.

As desvantagens deste método são basicamente três: (a) disponibilidade de áreas próximas aos centros urbanos que não comprometam a segurança e o conforto da população; (b) disponibilidade material de cobertura diária; (c) condições climáticas de operação durante todo ano.

Estas são razões suficientes para que seja defendido o método de deposição ordenada em aterro sanitário, em pequenos sítios urbanos que produzem uma tonelage diária de resíduos, que não exige grandes áreas de depósito.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TÉCNICA

Deve-se em primeiro lugar tomar conhecimento de que aterros sanitários mal planejados e operados podem comprometer os mananciais subterrâneos e superficiais de vastas áreas, através do contato da lixívia ou chorume, líquido de cor negra característico dos materiais orgânicos em decomposição, que pode penetrar na massa de resíduos. (ROCHA, 1989)

E em casos extremos pode provocar explosões em garagens ou residências próximas ao aterro pela migração e concentração do gás metano, gerado naturalmente durante a decomposição dos resíduos. (BUSCHINELLI, 1989)

No entanto os aterros sanitários que são projetados e operados dentro de critérios técnicos tornam-se muito eficientes e benéficos ao meio ambiente.

Os aterros sanitários podem ser classificados de acordo com a técnica de operação em, aterros de superfície e aterros de depressões.

Os aterros de superfície são aqueles executados em regiões planas e os métodos operacionais empregados dependem basicamente da disponibilidade de material de cobertura, vias de acesso que facilitam as operações de descarga, tipo de solo, dimensões da área, etc.. Os aterros de depressões são os executados em locais específicos, onde em geral são escolhidas áreas de baixo valor comercial, esta prática tem sido utilizada pelo fato de recuperar áreas degradadas ou deterioradas. (LIMA, 1979)

A implantação de um aterro deve respeitar alguns requisitos básicos, que segundo BUSCHINELLI (1989:32) são os seguintes: acesso facilitado para o tráfego de caminhões ao aterro; distância do centro produtor não superior a 25 quilômetros; área suficiente para operação do aterro por um tempo mínimo de 5 a 10 anos; disponibilidade de solos adequados para o embasamento e cobertura do aterro; a base do aterro deverá estar a mais de 2 metros do nível máximo do lençol freático; áreas alagadiças, pantanosas e mangues são totalmente inviáveis pelo fato do contato do lixo com a água subterrânea e pelo retardo do processo de decomposição dos resíduos aterrados devido ao alagamento; proteção contra o vento e entrada de pessoas estranhas, feita através da colocação de cercas vivas e alambrados.

De posse destes requisitos básicos e com o enfoque de diferentes percepções, metodológicas, que possuem a finalidade de orientar à seqüência de estudos necessários a implantação do aterro, devemos seguir duas etapas técnico-teóricas.

**Primeira etapa** compreende os levantamentos básicos que são subsidiados por três fases, levantamento de dados gerais, levantamentos topográficos e levantamento geotécnico.

**Primeira fase - Levantamento de dados gerais**, é fundamental para a instalação de qualquer sistema de tratamento de lixo, porque a sua importância efetiva esta ligada ao desenvolvimento futuro do projeto. Nesta fase devem ser levantados todos os parâmetros relacionados com o sistema, como: Dados populacionais, tipologia dos resíduos, taxa de produção percapta, densidade de peso específico, dados pluviométricos, regime de temperatura, etc.; a escolha do terreno deve obedecer a alguns itens como a facilidade de acesso as áreas utilizadas, dando preferência as vias de trânsito rápido, evitar que o tráfego

de veículos de transporte de lixo circule através de áreas residenciais nobres, o local destinado ao aterro deve ser distante de núcleos habitacionais, mas se por qualquer razão, o aterro for localizado próximo a núcleos habitacionais deve-se estabelecer o isolamento da área através de cercas, tapumes, cinturão verde, etc.; os recursos hídricos naturais devem ser preservados na medida do possível. No caso de acontecer alguma situação imperiosa que justifique a implantação do aterro nestas áreas, todos córregos naturais deverão ser canalizados. No caso de águas subterrâneas, deve se manter um distanciamento mínimo de dois metros entre a primeira camada de lixo e o veio principal. Dependendo do tipo de solo e do regime pluviométrico, é conveniente prever um sistema para captação e tratamento destes efluentes, pois com o tempo estas águas estão sujeitas a contaminação do chorume e líquidos percolados do aterro. Dependendo da quantidade de líquidos a ser tratada, podem ser utilizados sistemas como: lagoas (aeróbias facultativas e anaeróbias), filtros biológicos, etc.;

Segunda fase - **Levantamento topográfico**, também, é indispensável para a elaboração do aterro ou mesmo para a execução de qualquer serviço de aterramento de lixo, uma vez que a topografia define a área útil de trabalho em relação ao meio exterior, sendo necessários os seguintes serviços: a) levantamento plano-altimétrico indicando os aclives e declives em curva de nível e em perfis, cobrindo toda a micro bacia contribuinte; b) levantamento geral das vias de acesso indicando os pontos de referência existentes.

Terceira fase - **Levantamento geotécnico**, é necessário para o reconhecimento do perfil do solo e subsolo onde será executado o aterro. Em geral são analisados os seguintes parâmetros: constituição do solo, permeabilidade, capacidade de carga, nível do lençol freático, localização de jazidas de material para embasamento e cobertura.

Outros estudos: dados complementares como por exemplo, a existência ou não de benfeitorias na área do aterro, número e frequência de catadores de lixo, pois estes geralmente oferecem resistência a implantação de aterros. A não consideração destas observações pode mais tarde trazer problemas aos dirigentes municipais por envolver relações políticas, sociais e econômicas.

**Segunda etapa** - Compreende estudos e projetos estruturados em distintas fases.

Primeira fase - **Estudo de viabilidade técnica e econômica**, está fundamentado na disponibilidade, necessidade e possibilidade real de implantação do sistema. Os dados levantados anteriormente dão a viabilidade técnica do sistema. A viabilidade econômica está relacionada aos investimentos necessários à implantação e manutenção do aterro. Nesta fase faz-se necessário a elaboração de um "*lay-out*" (disposição geral, arranjo, traçado, planejamento), que possui a finalidade de melhor discernir as diretrizes básicas do projeto técnico, no qual devem ser indicadas as principais características e dimensões do aterro, de posse destes devidamente aprovados pode-se traçar o projeto técnico, sendo que o projeto de aterro sanitário pode variar de um local para o outro, pois depende das características intrínsecas de cada lugar. (LIMA, 1979)

Segunda fase - **Memorial descritivo e memorial técnico**, segundo a CETESB apud (LIMA, 1979), estes documentos devem conter itens específicos.

**Memorial Descritivo:** a) informações cadastrais; b) informações sobre o sistema de coleta e transporte dos resíduos sólidos; c) informações sobre os resíduos a serem dispostos no aterro sanitário; d) caracterização do local destinado ao aterro; e) concepção e justificativa do projeto; f) descrição e especificações dos elementos do projeto; g) forma de operação do aterro.

**Memorial Técnico:** caracteriza o conjunto de cálculos e planos deve conter: a) cálculo dos elementos do projeto; b) vida útil do aterro; c) sistema de drenagem superficial; d) sistema de coleta e remoção de percolato; e) sistema de tratamento de percolato; f) cálculo da estabilidade dos maciços de terra.

Terceira fase - **Especificação de mão-de-obra e Equipamento**, são de função específica da dimensão do aterro (porte), por este motivo não existe uma mão-de-obra determinada mas de início é necessário a presença de engenheiro civil, geógrafo, técnico sanitário operadores de máquinas e outros. Vale ressaltar que a permanência dos serviços qualificados no início dos trabalhos deve ser por período integral, pelo fato, da necessidade de interpretação dos planos e do traçado operacional do projeto.

A escolha e dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados no aterro sanitário dependem além do porte do aterro de variáveis como: a) quantidade e tipologia dos resíduos a aterrar; b) características topográficas e hidrogeológicas da área do aterro; c) grau de compactação indicado no projeto; d) volume e distanciamento das jazidas de material de impermeabilização e cobertura; e) uso futuro da área à aterrar.

Considerando as variáveis acima, os equipamentos mais utilizados são: trator de esteira e de pneus, pá carregadora de pneus, retroscavadeira, compactadores de rolo,

motoniveladora, etc.. Devemos lembrar que estes equipamentos não são exigidos por tempo integral, porque cada um possui o seu grau de participação.

Quarta fase - **Cronograma de execução e estimativa de custos**, o cronograma é uma parte integrante para que o projeto siga um desenvolvimento contínuo, do mesmo modo os custos, das obras, da mão-de-obra, de combustíveis, manutenção de materiais, do terreno, entre outros, devem ser apresentados e apreciados.

De posse dessas etapas devidamente discutidas e aprovadas parte-se para a etapa de execução do aterro sanitário, que necessita seguir normas técnicas adequadas as características individuais do aterro, muitas destas já foram citadas.

Usando LIMA (1979), apresenta-se um ensaio que utiliza alguns critérios de cálculo e projeto de aterro, para dimensionar a célula de lixo, que é a área utilizada para aterrar uma quantidade de lixo e que varia segundo o método utilizado, já que este depende das características físicas e geográficas da área.

Conforme a técnica de operação existem três formas gerais de preparar os aterros de superfície:

**1- Método da trincheira:** fundamenta-se na abertura de trincheira no solo onde o lixo é disposto no fundo, compactado e posteriormente recoberto com terra, neste método a altura da célula pode variar de 2 a 5 metros de conformidade com os cálculos.

**2- Método da rampa ou da escavação progressiva:** é empregado em áreas planas, onde o solo natural oferece boas condições para ser escavado e utilizado como material de cobertura, este método é vantajoso pois economiza o transporte de material de cobertura de fora do sistema, revelando-se como sendo o método mais econômico.

**3- Método da área:** este método é comumente empregado em locais onde a topografia se apresenta de forma irregular e o lençol freático está no limite máximo. A formação da célula do aterro através deste método exige o transporte, e aquisição de terra para a cobertura e em alguns casos, faz-se necessária a construção de diques de contenção ou valas de retenção de águas pluviais.

Voltando aos cálculos de dimensionamento da célula de lixo apresenta-se como exemplo, um centro urbano com trinta mil (30.000) habitantes.

#### Cálculo da célula

Dados iniciais:

- População urbana: 30.000/hab.;
- Taxa de produção *per capita*: 0,600Kg/hab.dia (considerando a eficiência da coleta em 80 a 100%);
- Peso específico do lixo compactado: 0,60ton/m<sup>3</sup>;
- Quantidade de lixo = população urbana × taxa de produção *per capita* ÷ 1.000.

Portanto: Quantidade de lixo = 30.000 × 0,600 ÷ 1.000 = 18ton.dia

Volume de lixo = tonelagem dia ÷ peso específico compactado

Portanto: Volume de lixo = 18ton.dia ÷ 0,60ton.m<sup>3</sup> = 30m<sup>3</sup>dia

Volume de terra para cobertura (20%) = 6m<sup>3</sup>dia

Volume total a ser aterrado = 36m<sup>3</sup>dia

Perfil da célula

Onde: - h = altura da célula (adotado 3m), em aterros a altura da célula pode variar de 1 a 5m;

- b = frente de serviço (metros);

- l = largura da célula (metros);

- i = inclinação do talude (adotado 1:3)(v:h), em aterros a inclinação do talude pode variar de 1:1 à 1:3 dependendo das condições de projeto;

- v = volume a aterrar.

Formulação: Considerando-se h = 3m (adotado) e fazendo l = b, temos:

v = b × h × l = b<sup>2</sup> × h, isolando o valor de b fica:

$$b = \sqrt{\frac{v}{h}}$$

- A frente de serviço (b) será de 3,46m dia;

- A altura da célula (h) será de 3m.;

- A largura da célula (l) será de 3m.;

- O volume a aterrar (v) será de 36m<sup>3</sup>;

- O consumo de terra para a cobertura será de 6m<sup>3</sup>;

- A espessura da camada de terra para cobertura será de 0,20m..

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os cálculos realizados para aterrar o lixo de um dia (1), por um centro urbano de trinta mil habitantes (30.000), e considerando um aumento de 1% ao ano no total de lixo produzido. Torna este método de disposição em aterro sanitário controlado viável, mesmo não conhecendo-se a área e o método de aterramento utilizado, a espessura da camada de terra para cobertura que pode ser maior que 20%, já que este percentual está diretamente ligado ao uso futuro desta área, e não atinja-se o peso específico de compactação ideal (0,60ton/m<sup>3</sup>).

A viabilidade está ligada a economia e a simplicidade de execução deste empreendimento. Onde 1 ha. pode ter 2,5 anos de vida útil para o aterramento dos resíduos produzidos pelo centro urbano usado no exemplo dos cálculos.

As cidades devem conscientizar-se que os problemas do meio ambiente não podem ser solucionados globalmente, é preciso que cada comunidade cuide de seu meio ambiente, proporcionando uma melhor qualidade de vida. Assim a questão dos resíduos sólidos deve ser atacada imediatamente, antes de tomar maiores proporções, exigindo soluções complexas e economicamente dispendiosas.

Este método de disposição é o primeiro passo à solução, sendo que, deve ter um encaminhamento futuro através de trabalhos educacionais junto à escolas e comunidades da zona urbana e rural, no sentido de empreender-se fundamentos ambientais capazes de gerar uma consciência prática, que possa reverter processos e atitudes que agridem o meio ambiente. Neste sentido é possível conseguir que a população urbana com o passar do tempo recicle o seu próprio lixo na sua residência, separando o que é economicamente viável quando reciclado. Isto diminuiria a quantidade de resíduos a serem aterrados e geraria recursos à comunidade.

### 4. BIBLIOGRAFIA

- BERRIOS, M. R.. *Porque o Problema do Lixo vai para o Lixo*. 2º Encontro Nacional de Estudos Sobre Meio Ambiente, **Anais**. Florianópolis, SC, 1989. 74-91p.
- BUSCHINELLI, C. C. A. *Lixo Urbano: Alternativas de Manejo. a questão da destinação final*. 2º Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente. **Anais**. Florianópolis, SC, 1989. 29-37p.
- FELLENBERG, G. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental**. São Paulo: EDUSP, 1980. 196p.
- LIMA, L. M. Q. **Tratamento de Lixo**. São Paulo: Hemus, 1979. 240p.
- ROCHA, M. K. DA. **Lixo Urbano: Propostas Alternativas para seu Tratamento Adequado**. Santa Maria, RS, FIC, 1989. (Monografia de Especialização).

#### RESUMO: ALTERNATIVA DE SOLUÇÃO AMBIENTAL DO LIXO EM PEQUENOS CENTROS URBANOS

Este artigo é uma coletânea de aspectos teóricos e técnicos, referentes a solução dos problemas ambientais causados pelos resíduos sólidos em centros urbanos com até cinquenta mil (50.000) habitantes. Sugere-se que a disposição final dos resíduos, seja feita através do método de aterro sanitário controlado.

**Palavras Chaves:** Resíduos sólidos; Disposição final em centros urbanos.

**ABSTRACT: AN ALTERNATIVE ENVIRONMENTAL SOLUTION FOR REFUSE IN SMALL URBAN CENTERS**

This paper is a collection of theoretical and practical aspects regarding the solution for environmental problems caused by solid waste in urban centers having up to fifty thousand (50,000) in habitants. It is suggested that final disposal of waste be made by means of the controlled sanitary landfill method.

**Key Words:** Solid waste; Final disposal in urban areas.