



Trabalho Realizado pelo CPU - Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do IBAM em convênio com a Secretaria Nacional de Saneamento - SNS - do Ministério da Ação Social - MAS.

### **Supervisão**

Victor Zular Zveibil, Chefe do CPU

### **Elaboração**

Gilson Leite Mansur

José Henrique R. Penido Monteiro

### **Organização**

Sérgio Rodrigues Bahia

## Índice

<b>Apresentação</b> .....	pág 3;
<b>Nota Explicativa</b> .....	pág 4;
<b>Capítulo 1:</b> A limpeza urbana no Brasil .....	pág 5;
- A importância do serviço da limpeza urbana .....	pág 5;
- Atribuições do Poder Público .....	pág 6;
<b>Capítulo 2:</b> Resíduos sólidos: definição e características .....	pág 8;
- Definição e tipologia .....	pág 8;
- Características do lixo .....	pág 10;
- Procedimentos alternativos para análise das características físicas do lixo .....	pág 11;
<b>Capítulo 3:</b> Acondicionamento .....	pág 14;
- Movimentação do lixo em áreas internas de residências multifamiliares e estabelecimentos comerciais .....	pág 15;
- Tipos de recipientes .....	pág 16;
- Recipientes alternativos para uso residencial .....	pág 18;
<b>Capítulo 4:</b> Coleta e transporte de lixo urbano .....	pág 20;
<b>Capítulo 5:</b> Limpeza de logradouros .....	pág 33;
- Varrição .....	pág 33;
- Capinação .....	pág 42;
- Limpeza de feiras .....	pág 43;
- Limpeza de praias .....	pág 43;
- Limpeza de bocas-de-lobo ou caixas de ralo .....	pág 44;
<b>Capítulo 6:</b> Tratamento de disposição final do lixo .....	pág 46;
- Aterro controlado e aterro sanitário .....	pág 48;
- A reciclagem do lixo urbano .....	pág 58;
- A incineração do lixo como opção de destinação final .....	pág 67;
<b>Capítulo 7:</b> Organização e administração do serviço de limpeza urbana .....	pág 68;
- Organização .....	pág 68;
- Suporte financeiro .....	pág 69;
- Integração com a comunidade .....	pág 72;
<b>Capítulo 8:</b> Situações especiais .....	pág 75;
<b>Bibliografia</b> .....	pág 80;

## Apresentação

Entre as competências do Ministério da Ação Social, incluem-se as atividades de saneamento, cuja importância para a promoção do bem-estar da população e do desenvolvimento é indiscutível. As redes de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários, a drenagem, a coleta, o tratamento e destinação final do lixo têm relação direta com as condições de higiene do meio ambiente e os indicadores de saúde.

A limpeza urbana, em particular, por vezes é vista predominantemente como fator de embelezamento das vias públicas. Em verdade, o tratamento de resíduos e dejetos e sua destinação final apropriada são essenciais à eliminação de focos transmissores de doenças e à preservação do meio ambiente.

Os serviços de limpeza requerem, além de elevados investimentos, técnicas de engenharia sanitária adequadas a cada localidade. De um modo geral, os Municípios, em razão de limitações financeiras e da falta de pessoal capacitado, enfrentam dificuldades na organização e operação desses serviços.

Com o que é preciso saber sobre LIMPEZA URBANA elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, o Ministério está oferecendo importante contribuição ao treinamento e desenvolvimento de pessoal para as múltiplas tarefas de planejar, organizar e operar serviços de limpeza urbana. Além de expor conceitos e sugerir modos de estruturação das tarefas, a publicação apresenta critérios orientadores da escolha dos equipamentos adequados às diferentes situações.

Redigido em linguagem simples e direta, aclarada com farta ilustração, o trabalho é acessível a autoridades, administradores, planejadores, técnicos, a todos quantos se interessem pela questão da limpeza urbana.

Com esta publicação, o Ministério, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento, dá continuidade à realização do Programa Nacional de Limpeza Urbana, em que o desenvolvimento institucional e a capacidade de recursos humanos merecem grande ênfase. Tem-se como pressuposto que o conhecimento é ingrediente essencial à solução dos problemas.

**Margarida M. Maia Procópio**  
Ministra da Ação Social  
**Walter Annicchino**  
Secretário Nacional de Saneamento

## Nota explicativa

A edição de O que é preciso saber sobre LIMPEZA URBANA foi norteadada pela mesma metodologia de trabalho desenvolvida, desde 1982, pelo IBAM, através do CPU - Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas e da ENSUR - Escola Nacional de Serviços Urbanos, e utilizada nos livros que compõem a Coleção Alternativas Urbanísticas, editada pelo Instituto.

A diretriz dessa metodologia é a utilização de uma linguagem técnica e gráfica que proporcione o entendimento dos temas abordados pelos agentes locais e facilite a execução de ações que atendam as necessidades imediatas dos Municípios.

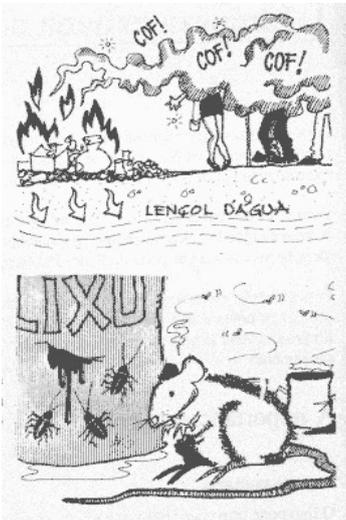
Sobre os temas abordados são realizadas pesquisas a foram de identificar as tecnologias e as soluções disponíveis que, posteriormente, são testadas nos cursos de capacitação promovidos pela ENSUR.

O que é preciso saber sobre LIMPEZA URBANA teve sua versão preliminar utilizada no Programa de Aperfeiçoamento em Saneamento e Meio Ambiente realizado pelo IBAM, sob o patrocínio da Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério da Ação Social, e m maio de 1991. As observações dos participantes, assim como as avaliações dos professores e do consultor do Ministério da Ação Social, Fernando Botafogo, subsidiaram a revisão de formas e conceitos, cujo resultado é esta versão que ora se publica.

**Victor Zular Zveibil**  
Chefe do Centro de Estudos  
e Pesquisas Urbanas do IBAM

## 1. Limpeza urbana no Brasil

Para uma instituição especializada como a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento e o controle de todos os fatores do meio físico onde o homem habita, que exercem ou podem exercer efeitos prejudiciais ao seu bem-estar físico, mental ou social.



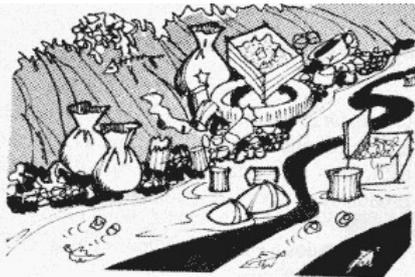
Dentro deste enfoque, a limpeza urbana pode ser alinhada entre as principais funções da Administração Pública no campo da engenharia sanitária. Só que este serviço não tem merecido a atenção necessária por parte do Poder Público, contando com orçamentos quase sempre reduzidos.

Para enfrentar a situação, administradores e população devem começar a discutir objetivamente o problema, conscientes de suas responsabilidades e de que o bom funcionamento do serviço de limpeza urbana é imprescindível para atingir os objetivos propostos por qualquer programa de saneamento.

## A importância do serviço de limpeza urbana

### Aspecto sanitário

O lixo pode provocar efeitos maléficos através de:



#### *Agentes físicos*

É o caso do lixo acumulado às margens de cursos d'água ou de canais de drenagem e em encostas, acabando por provocar o seu assoreamento e o deslizamento dos taludes, respectivamente.

#### *Agentes químicos*

A poluição atmosférica causada pela queima de lixo a céu aberto e a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos são exemplos típicos desta ação sobre a saúde das pessoas e o meio ambiente.

#### *Agentes biológicos*

O lixo mal acondicionado ou depositado a céu aberto constitui-se em foco de proliferação de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas, etc.).

## Aspectos estéticos e de bem-estar

A exposição indevida do lixo gera incômodos à população, tanto pelo seu mau odor quanto pela poluição visual e degradação do espaço onde é lançado.

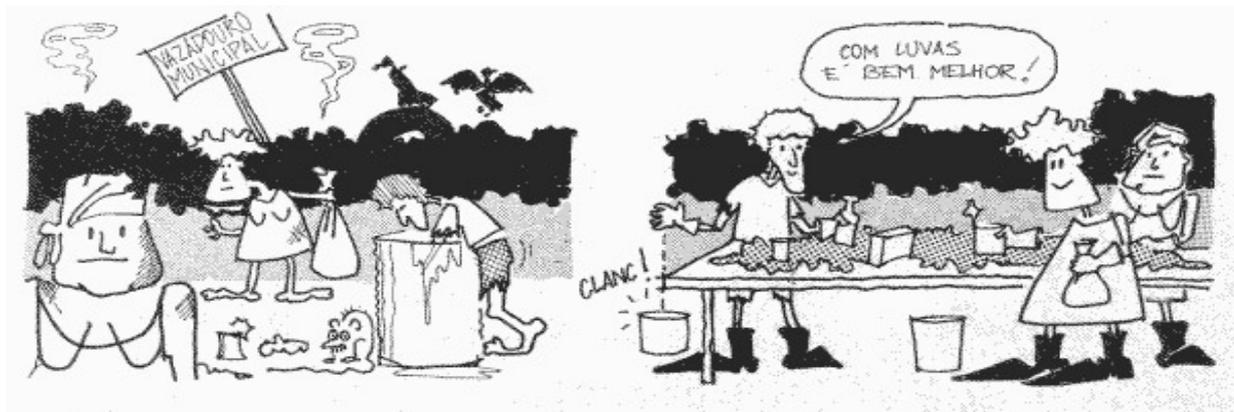
## Aspecto econômico-financeiro

O lixo, uma vez aproveitado, pode ter reduzidos os custos com a sua coleta e disposição final. Seu aproveitamento se faz através de reciclagem de materiais recuperáveis (papel, plástico, metal, vidro, etc.), com a fabricação de composto orgânico ou, ainda, pelo aproveitamento do gás metano produzido durante a sua decomposição na ausência de oxigênio.

Nos capítulos 6 e 8 esses métodos são apresentados com mais detalhes.

## Aspecto social

É comum a existência, nos vazadouros de lixo e até mesmo nas ruas, de todo um contingente de pessoas que buscam na separação e comercialização de materiais recicláveis uma alternativa para o seu sustento e de sua família. Isto se dá em condições subumanas. É possível, entretanto, manter esta atividade econômica, mas em adequadas condições de trabalho. É o caso das unidades de beneficiamento de lixo e dos programas de coleta seletiva tratados adiante.



## Atribuições do Poder Público

Os incisos I e V do art. 30 da Constituição Federal estabelecem como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos.

# Cartilha de Limpeza Urbana

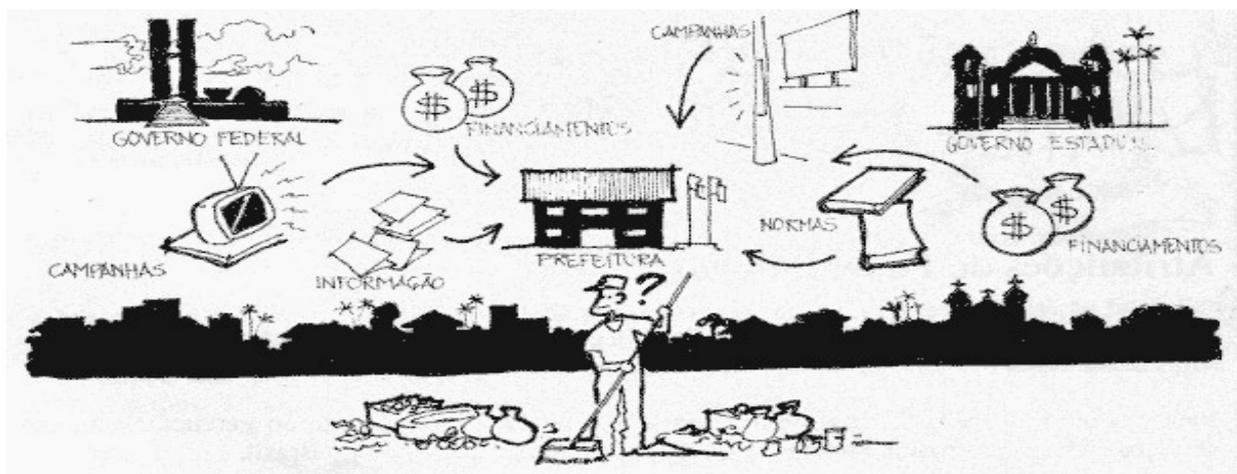
Fica, portanto, definida claramente a competência do Município quanto ao gerenciamento dos serviços de limpeza urbana, fato que tradicionalmente vem ocorrendo no Brasil.

No caso de grandes aglomerações urbanas, em particular nas Regiões Metropolitanas, o destino do lixo passa a ser um problema sério, geralmente afetando vários Municípios. O Governo Estadual pode intervir, então, cuidando das integrações necessárias. Podem ainda os Municípios interessados se consorciar para tratar da questão.

Assim, são evitadas duplicações e irracionalidades. Os investimentos serão divididos e os custos operacionais do sistema passarão a ser mais baixos.

Os Governos Federal e Estadual têm um papel a cumprir também! Vai lhes caber auxiliar o Município, promovendo algumas medidas:

- estabelecendo as normas gerais que serão adotadas como princípios orientadores;
- tornando acessíveis os programas de financiamento para serviços de limpeza urbana. Aqui é preciso muita atenção para verificar se as propostas correspondem às realidades regionais e locais.



## 2. Resíduos sólidos: definição e características

### Definição e tipologia

Lixo é, basicamente, todo e qualquer resíduo sólido proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza em aglomerações urbanas, como folhas, galhos de árvores, terra e areia espalhados pelo vento, etc.

A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos. Os diferentes tipos de lixo podem ser, então, agrupados em quatro classes, a saber:

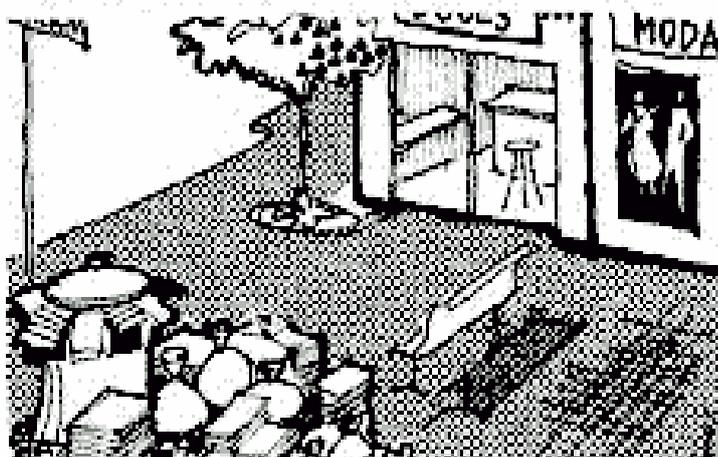
#### *Lixo residencial*

Resíduos sólidos gerados nas atividades diárias em casas, apartamentos, etc.



#### *Lixo comercial*

É aquele produzido em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida.



# Cartilha de Limpeza Urbana

## *Lixo público*

São os resíduos da varrição, capina, raspagem, etc., provenientes dos logradouros públicos (ruas e praças, por exemplo), bem como móveis velhos, galhos grandes, aparelhos de cerâmica, entulho de obras e outros materiais inservíveis deixados pela população, indevidamente, nas ruas ou retirados das residências através de serviço de remoção especial.



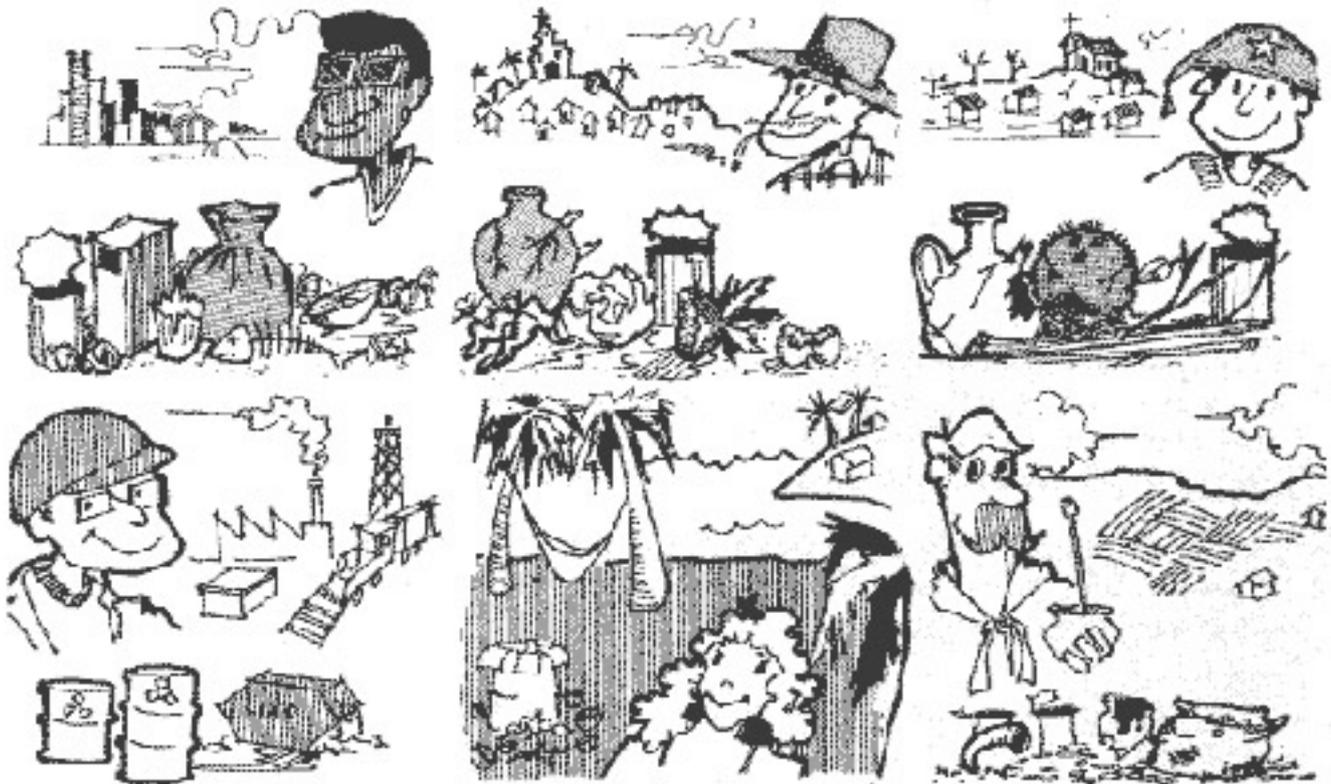
## *Lixo de fontes especiais*

É aquele que, em função de determinadas características peculiares que apresenta, passa a merecer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, como por exemplo o lixo industrial, o hospitalar e o radioativo.



## Características do lixo

Para começar a pensar em um serviço de limpeza urbana é preciso identificar as características dos resíduos gerados, pois a “cara” do lixo varia conforme a cidade, em função de diversos fatores, como por exemplo, a atividade dominante (industrial, comercial, turística, etc.), os hábitos e costumes da população (principalmente quanto à alimentação) e o clima.



Isso só não basta. As cidades se transformam sem parar. Dentro de uma mesma comunidade, as características vão se modificando com o decorrer dos anos, tornando necessários levantamentos periódicos visando a atualização de dados.

Ha três áreas principais a investigar:

### Características físicas



- composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo;

- peso específico: é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupados, expresso em  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações;

- teor de umidade: esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas; utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores;

- compressividade: também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm<sup>2</sup>. Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores;

- geração per capita: relaciona quantidade do lixo gerado diariamente e o número de habitantes de determinada região. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8 kg/habitante/dia como a faixa de variação média para o Brasil;

## Características químicas



- poder calorífico: indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima;

- potencial de hidrogênio (pH): indica o teor de acidez ou alcalinidade do material;

- teores de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras: importante conhecer, principalmente quando se estudam processos de tratamento

aplicáveis ao lixo;

- relação C/N ou relação carbono/nitrogênio: indica o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento/disposição final;

## Características biológicas



O estudo da população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no lixo urbano, ao lado das suas características químicas, permite que sejam discriminados os métodos de tratamento e disposição mais adequados. Nessa área são necessários procedimentos de pesquisa.

## Procedimentos alternativos para análise das características físicas do lixo

A maioria das cidades brasileiras não tem condições de montar laboratórios maravilhosos onde sejam feitas todas as análises como manda o figurino. Por isso serão alinhados em seguida alguns procedimentos práticos que podem auxiliar na determinação do peso específico, composição gravimétrica e teor de umidade do lixo urbano:

# Cartilha de Limpeza Urbana

- 1) Devem ser selecionadas algumas amostras de lixo “solto”, provenientes de diferentes áreas de coleta, a fim de conseguir resultados que se aproximem o máximo possível da realidade;
- 2) As amostras serão misturadas, com auxílio de pás e enxadas, num mesmo “lote”, rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes, etc. e materiais assemelhados que porventura existam.
- 3) A massa de resíduos será dividida em quatro partes. Um dos quartos resultantes será escolhido para nova divisão em quatro partes e assim por diante. O processo se chama quarteamento.
- 4) Os quarteamentos cessarão quando o volume de cada uma das partes for de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>.



- 5) Qualquer uma das quatro partes do material será separada para análise.
- 6) Em seguida deverão ser escolhidos cinco recipientes de capacidade e pesos próprios conhecidos (tambores vazios de 200 litros usados para armazenar óleo são ideais).
- 7) Os recipientes serão preenchidos até a borda com o lixo do “quarto” selecionado. O recipiente cheio de lixo passa a ser o elemento básico de estudo. Através dele é possível obter:

## O peso específico médio

Peso líquido de lixo (em kg)

$$\text{Peso Específico} = \text{peso líquido de lixo (em Kg)} / \text{Volume total dos latões (em m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso Líquido de lixo} = \text{peso total dos latões cheios} - \text{peso próprio dos latões vazios}$$

## A composição gravimétrica

Para chegar a esta proporção será preciso escolher dois dos tambores contendo lixo e proceder à separação manual dos seguintes componentes:

- papel e papelão;
- plástico;
- madeira;
- couro e borracha;
- pano e estopa;
- folha, mato e galhada;

# Cartilha de Limpeza Urbana

- matéria orgânica (restos de comida);
- metal ferroso;
- metal não-ferroso (alumínio, cobre, etc.);
- vidro;
- louça, cerâmica e pedra;
- agregado fino, isto é, todo o material peneirado em malha de uma polegada (1") e de difícil catação, composto de pós, terra, grãos de arroz, etc.

Em seguida, deve ser determinado o peso de cada um dos materiais separados.

Finalmente, através de regra de três simples, será obtido o percentual em peso de cada componente ou seja, a composição gravimétrica do lixo.



## O teor de umidade

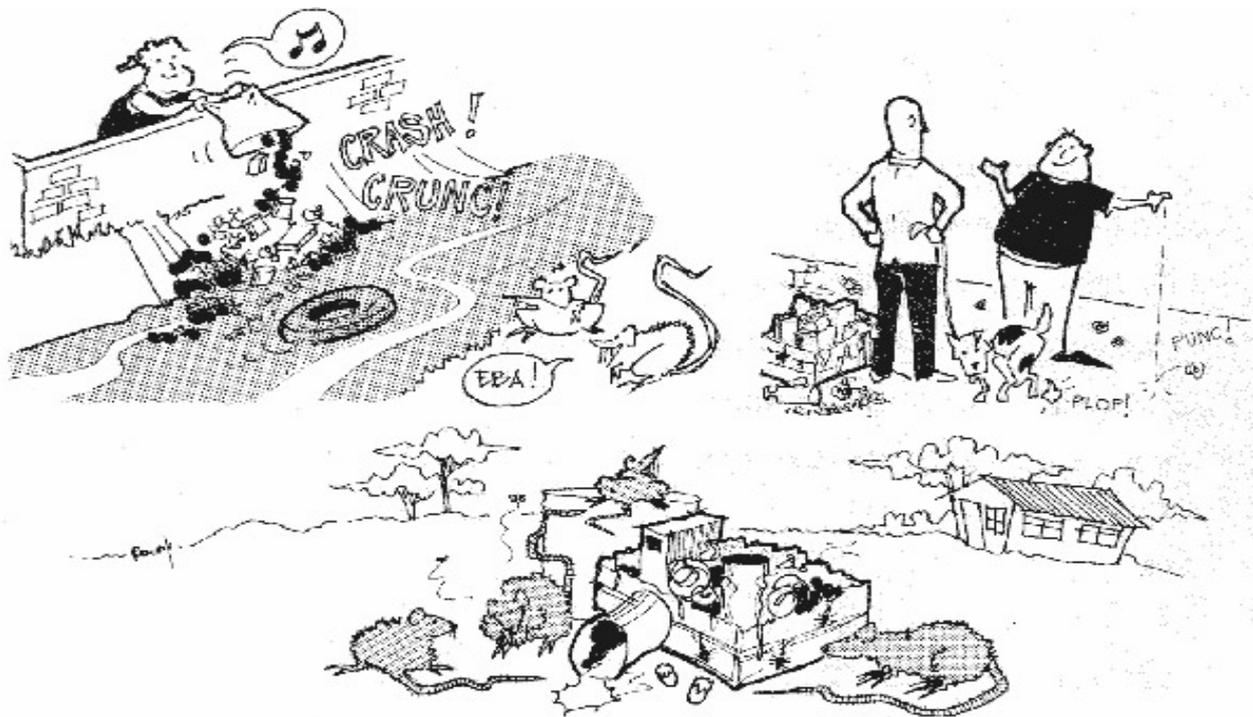
Para defini-lo, é preciso começar separando uma amostra de até 2 kg de lixo de um dos tambores. Essa amostra será levada a uma estufa, onde deverá permanecer até alcançar peso constante (24 horas a 105°C ou 48 horas a 75°C).

O material resultante deverá ser pesado. Uma regra de três simples determinará o teor de umidade do lixo.

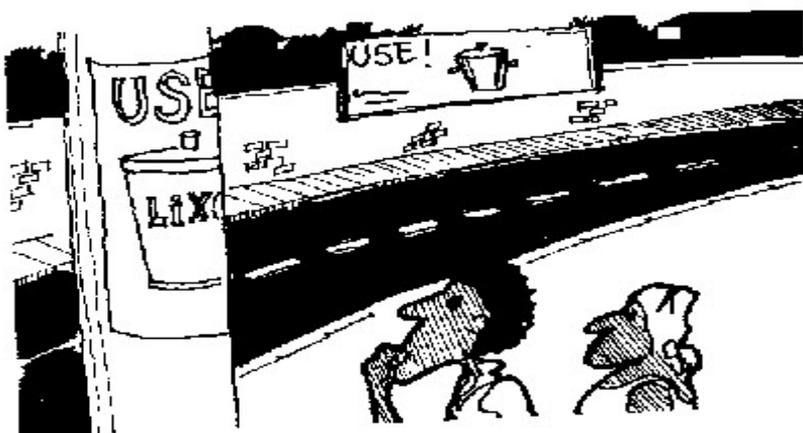
## 3. Acondicionamento

Onde começam os problemas para o serviço de limpeza Urbana de sua cidade?

A esta pergunta, certamente, poucas pessoas responderão: “Em nossas próprias residências”. Pois é exatamente esta a resposta correta.



Embora seja possível definir o tipo de acondicionamento tecnicamente mais adequado para cada situação, sua padronização é muito difícil porque tal atribuição é do usuário.



Considerando que “o ótimo é inimigo do bom”, os esforços da Municipalidade deverão ser concentrados no sentido de conscientizar a população para que procure acondicionar, da melhor maneira possível o lixo gerado em cada domicílio.

Com relação à adequação do acondiciona-

mento à coleta, o recipiente apropriado para lixo deverá:

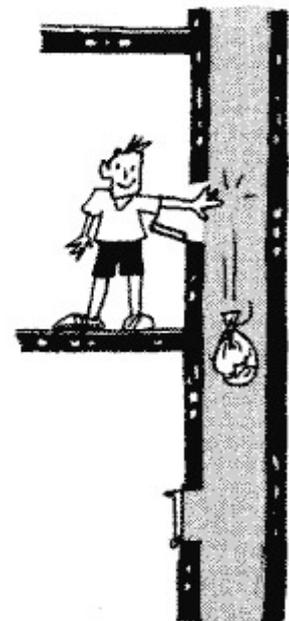
- atender às condições sanitárias;
- não ser feio, repulsivo ou desagradável;
- ter capacidade para conter o lixo gerado durante o intervalo entre uma coleta e outra;
- permitir uma coleta rápida, aumentando com isso a produtividade do serviço;
- possibilitar uma manipulação segura por parte da equipe de coleta.



## Movimentação do lixo em áreas internas de residência multifamiliares e estabelecimentos comerciais

Muitas vezes, existe a necessidade de se transportar o lixo gerado já de alguma maneira acondicionado até o local indicado para a sua remoção.

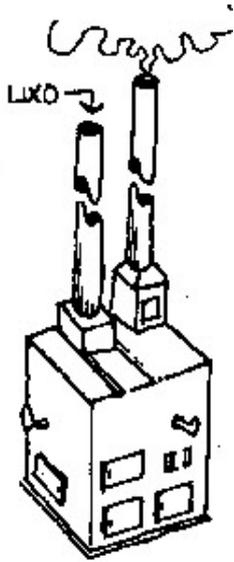
As duas alternativas mais comumente utilizadas são:



No caso de grandes fontes geradoras, pode-se tornar interessante a adoção de equipamentos auxiliares para a redução de volume ou de peso do lixo no próprio local onde ele é produzido.

Os mais utilizados são:

## Incineradores



Utilizado em situações especiais, como por exemplo em hospitais, o seu uso acarreta as seguintes vantagens:

- acentuada redução de peso e volume do lixo;
- tratamento sanitário excelente do lixo, desde que operado adequadamente;
- possibilidade de geração de vapor ou água quente para uso no próprio hospital.

Os principais aspectos negativos, quanto ao seu emprego são:

- a poluição atmosférica que pode ocasionar;
- a exigência de manutenção especializada;
- custo do combustível utilizado.

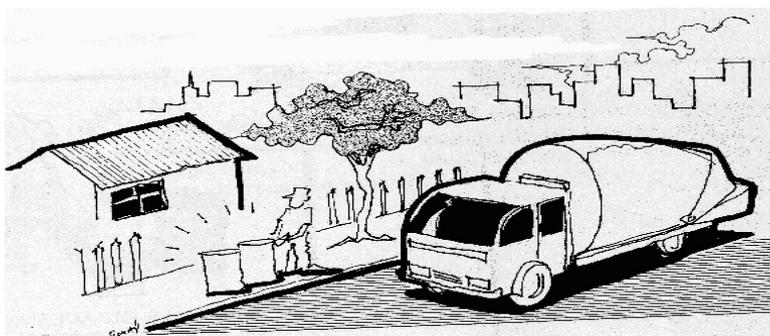


## Compactadores de lixo

Existem modelos para prensagem vertical ou horizontal. O compactador é capaz de reduzir até quatro vezes o volume inicial. São empregados em grandes edifícios onde a geração de lixo é muito alta.

## Tipos de recipientes

Como escolher o tipo apropriado de acondicionamento? Bem, para isto entram em consideração os seguintes fatores:



- as características do lixo;
- a sua geração;
- a frequência com que a coleta é feita;
- tipo de edificação;
- preço do recipiente.;

Aqui será preciso fazer distinção entre: recipientes com retorno e sem retorno.

Os primeiros são os devolvidos pelo coletor após o esvaziamento.

# Cartilha de Limpeza Urbana



No caso de recipientes com mais de 100 litros, o funcionário encarregado da coleta deverá dispor de carrinho para o transporte até o veículo coletor. Alguns garis da coleta preferem “rolar” os latões de 200 litros.



Edifícios e estabelecimentos de grande porte podem utilizar contenedores de maior capacidade providos de tampa e rodízios, desde que se conte com veículo coletor que possua dispositivo para basculá-los mecanicamente.



Os recipientes sem retorno são colocados no veículo coletor juntamente com o lixo que contém, sendo mais utilizados os sacos plásticos, com capacidade geralmente entre 20 e 100 litros, devendo apresentar espessura suficiente para não romper durante a coleta.

Embora sejam ideais para o acondicionamento do ponto de vista sanitário e de agilização da coleta, os sacos plásticos apresentam os seguintes aspectos desfavoráveis:

- fragilidade em relação a materiais cortantes ou perfurantes;



- preço elevado que pode tornar inviável sua adoção pela população de baixa renda

Mesmo assim, pela economia que trazem ao serviço, e aconselhável a sua adoção obrigatória nas áreas de comércio mais ativo e nas concentradoras de população de maior poder aquisitivo.



## Recipientes alternativos para lixo residencial

Entre a boa disposição do administrador e a execução, pela população, dos procedimentos propostos para acondicionamento do lixo, há uma grande barreira: os recipientes para lixo são caros para a maioria da população urbana brasileira que é muito pobre! Há o risco de lixo virar luxo.

No Nordeste, por exemplo, são comuns os recipientes para lixo feitos a partir de pneus usados de automóveis ou caminhões. A solução, se não é tecnicamente perfeita, é operacionalmente aceitável e ainda gera emprego para artesãos!

Cada contenedor de lixo é, portanto, confeccionado a partir de um só pneu usado. Seu tamanho e forma dependerão do tipo de pneu utilizado, bem como da seção cortada para se fazer o fundo.

Que tal promover em sua cidade um programa para confecção de tais tipos de recipientes por parte de



## 4. Coleta e transporte de lixo urbano

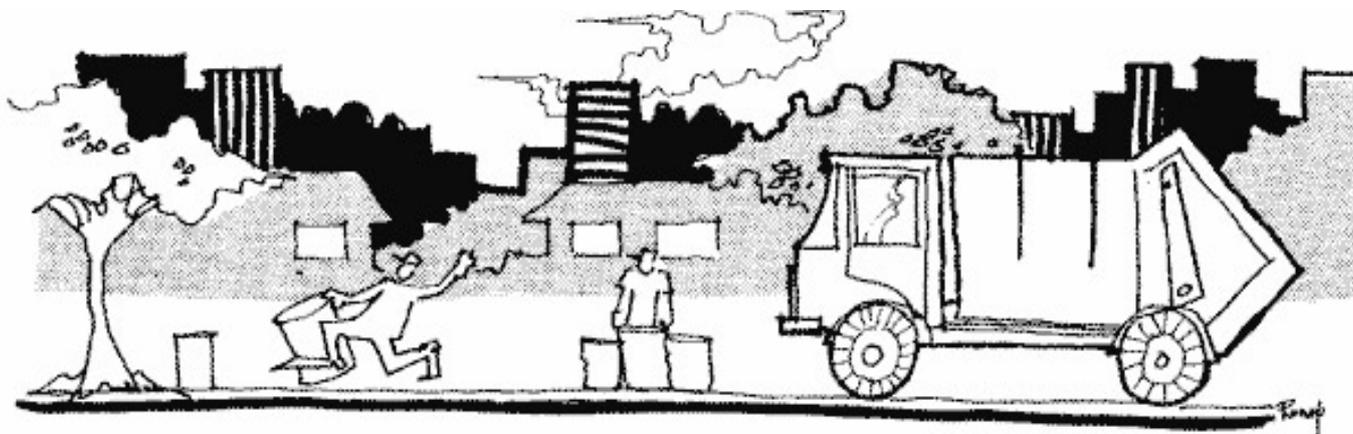
O principal objetivo da remoção regular do lixo gerado pela comunidade é evitar a proliferação de vetores causadores de doenças. Ratos, baratas, moscas encontram nos restos do que consumimos as condições ideais para se desenvolverem.

Entretanto, se o lixo não é coletado regularmente os efeitos sobre a saúde pública só aparecem um pouco mais tarde e, quando as doenças ocorrem as comunidades nem sempre associam à sujeira.

Quando o lixo não é recolhido, a cidade fica com mau aspecto e mau cheiro. É isto que costuma incomodar mais diretamente a população, que passa a criticar a Administração Municipal. As possibilidades de desgaste político são grandes e é principalmente por isto que muitas Prefeituras acabam por promover investimentos no setor de coleta de lixo.

### O sistema de coleta

Na coleta do lixo existe um relacionamento estreito entre administração do serviço e população. Todos sabem como a coisa funciona na prática, mas a maioria jamais parou para pensar na complexidade de ações que exigem envolvimento e responsabilidades dos dois lados.



É só observar como é, no dia-a-dia de uma cidade:

- os moradores de uma rua colocam os recipientes de lixo em um lugar certo, prevendo sua posterior remoção;
- isso não se faz a qualquer tempo, mas em dias preestabelecidos, quando passam veículos e funcionários recolhendo o lixo dos recipientes;
- os usuários sabem a hora aproximada em que o serviço é executado e tratam de tomar suas providências antes;
- há diversas maneiras de efetuar a coleta. É preciso um método que coordene todos os movimentos necessários, buscando o máximo de rendimento com o menor esforço;
- existem também muitos tipos de veículos e equipamentos coletores que devem ser adequados aos lugares onde se presta o serviço.

O conjunto de ações e elementos mencionados se chama sistema de coleta. A Prefeitura tomará decisões em relação a cada uma de suas etapas. Assim, definirá o padrão de serviço que irá oferecer a sua comunidade.

## O planejamento da coleta

Planejar a coleta consiste em agrupar informações sobre as condições de saúde pública, a capacidade técnica do órgão que prestará o serviço, as possibilidades financeiras do Município, as características da cidade e os hábitos e as reivindicações da população, para então discutir a maneira de tratar tais fatores e definir os métodos que forem julgados mais adequados. Planejar significa tomar decisões de forma prudente, procurando sempre imaginar consequências. É, portanto, um ato político. Não há “receitas de bolo”. Podem, porém, ser apresentadas alternativas que ajudem a dimensionar as atividades em cada cidade.

Entre os levantamentos que deverão ser executados, destacam-se:



- as características topográficas e o sistema viário urbano. Registrados em mapas, deverão caracterizar o tipo de pavimentação das vias, declividade, sentido e intensidade de tráfego;
- a definição das zonas de ocupação da cidade. As áreas delimitadas em mapas deverão indicar os usos predominantes, concentrações comerciais, setores industriais, áreas de difícil acesso e/ou de baixa renda,
- os dados sobre população total, urbana, quantidade média de moradores por residência e, caso houver, o número expressivo de moradores temporários;
- a geração e a composição do lixo;
- os costumes da população, onde deverão ser destacados os mercados e feiras livres, exposições permanentes ou em certas épocas do ano, festas religiosas e locais preferidos para a prática do lazer;
- a disposição final do lixo.



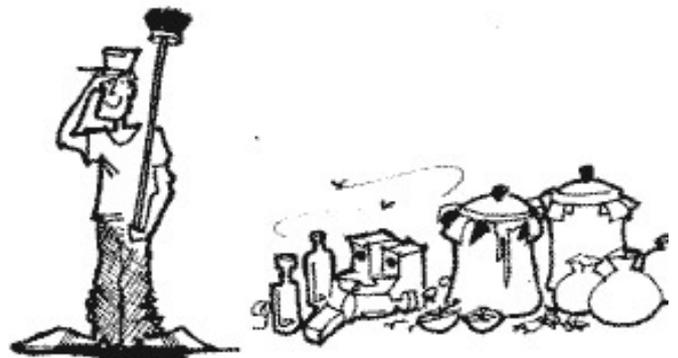
## Tipos de lixo que são coletados

A Prefeitura ou o órgão prestador do serviço devera regulamentar os tipos de resíduos a serem removidos pelo serviço de coleta.



Geralmente são coletados os seguintes tipos de lixo:

- domiciliar;
- de grandes estabelecimentos comerciais;
- industrial, quando não tóxico ou perigoso;
- de unidades de saúde e de farmácias;
- animais mortos de pequeno porte;
- folhas e pequenos arbustos provenientes de jardins particulares;
- resíduos volumosos, como móveis, veículos abandonados e materiais de demolição. Estes necessitam de um serviço especial para sua retirada, devendo, portanto, ser cobrado dos usuários.

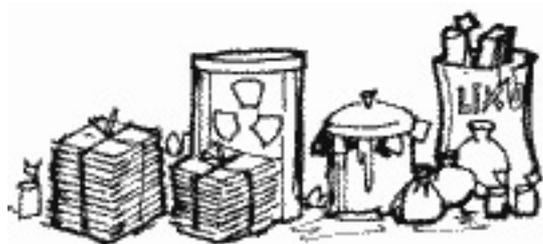


Modernamente, para a remoção do lixo domiciliar, vem sendo difundida a idéia da separação, na fonte geradora (domicílios), dos seus diversos componentes recicláveis (papel, plásticos, vidros, metais, etc.) e da sua fração orgânica. Trata-se de coleta seletiva do lixo, assunto que será abordado no capítulo 8.

## **Cobertura do serviço**

A coleta do lixo de uma cidade deverá ter como meta atender indistintamente a toda a população, pois o lixo não coletado de uma determinada área e lançado em terrenos baldios, por exemplo, causará problemas sanitários que afetarão não apenas à população das proximidades.

## **Ponto de coleta dos recipientes**



Normalmente os moradores devem deixar os recipientes com o lixo na calçada, em frente às suas casas, apenas pouco tempo antes da coleta. Assim, evita-se que animais espalhem os resíduos, entre outros aspectos negativos.

## **Frequência de coleta**

Frequência de coleta é o número de vezes na semana em que é feita a remoção de lixo num determinado local da cidade. Os fatores que influenciam esta decisão são:

- tipo de lixo gerado;
- as condições climáticas;
- os recursos materiais e humanos à disposição do órgão prestador de serviço;
- a limitação do espaço necessário ao armazenamento do lixo pelo usuário em sua casa ou negócio.

### *Frequência na semana*

Diária (exceto domingo) - ideal para o usuário, principalmente no que diz respeito à saúde pública. O usuário não precisa guardar o lixo por mais de um dia.

Três vezes - ideal para o sistema, considerando-se a relação entre custo e benefício.

Duas vezes - o mínimo admissível sob o ponto de vista sanitário, para países de clima tropical.

## **Horário da coleta**

A regra fundamental para definição do horário de coleta consiste em evitar ao máximo perturbar a população. Para começar e preciso decidir se a coleta será diurna ou noturna:

## Diurna



### Vantagens:

- é a mais econômica;
- possibilita melhor fiscalização do serviço.

### Desvantagens

- interfere muitas vezes no trânsito de veículos;
- maior desgaste dos trabalhadores em regiões de climas quentes, com a conseqüente redução de produtividade.

## Noturna



### Vantagens:

- indicada para áreas comerciais e turísticas;
- não interfere no trânsito em áreas de tráfego muito intenso durante o dia;
- o lixo não fica à vista das pessoas durante o dia.

### Desvantagens:

- causa incômodo pelo excesso de ruído provocado pela manipulação dos recipientes de lixo e pelos veículos coletores;
- dificulta a fiscalização;
- aumenta o custo de mão-de-obra (há um adicional pelo trabalho noturno).

## Método de coleta

O método, ou melhor, a maneira empregada pelos garis para a coleta de lixo, é conseqüência de um conjunto de fatores. Os mais importantes são:

- a forma de utilização da mão-de-obra;
- tipo de recipientes usados pela população no acondicionamento do lixo;
- a densidade populacional da área;
- as condições de acesso existentes.



Quanto à utilização da mão-de-obra, a fórmula mais usual consiste em entregar a cada equipe ou guarnição de coleta (o motorista e os coletores) a responsabilidade pela execução do serviço em um determinado setor da cidade.

Operacionalmente cada setor corresponde a um roteiro de coleta, isto é, ao itinerário por onde deverá trafegar um dado veículo coletor para que a guarnição possa efetuar a remoção do lixo dentro de uma jornada normal de trabalho.

Em locais de densidade populacional alta há uma maior concentração do lixo gerado. Os garis não precisam se deslocar muito para recolher grandes quantidades. A produtividade de coleta é alta.

Nos locais de baixa densidade populacional o uso de carrinhos com rodas de borracha para transporte de latões de 200 litros passa a ser uma opção interessante para agilizar o serviço. Os mesmos carrinhos são também indicados para a coleta do lixo em ruas que, pelas suas características, impeçam a manobra ou até mesmo a entrada do caminhão coletor. Nas ruas de trânsito intenso a coleta deve começar em um dos lados da via pública e depois serem recolhidos os recipientes do outro lado.

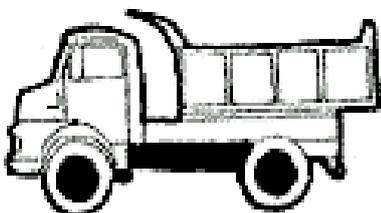
## Veículos coletores

### *Tipos*

Os veículos normalmente indicados para as atividades de coleta são caminhões com carrocerias sem compactação e/ou com carrocerias compactadoras.

As carrocerias sem compactação mais empregadas na limpeza urbana são:

### *Basculante Convencional*



#### **Vantagens**

- possibilidade de utilização em outros serviços do Município.

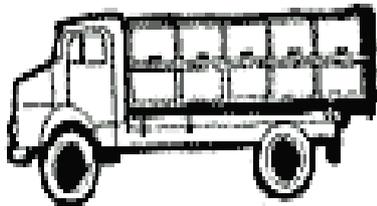
#### **Desvantagens**

- lixo pode se espalhar pela rua devido à ação do vento;

- a altura da carroceria exige dos garis grande esforço na manipulação do lixo.

## Baú ou Prefeitura

### Vantagens



- lixo coletado fica bem acondicionado, evitando-se que seja visto pelas pessoas ou se espalhe pelas ruas

### Desvantagens

- dificulta a arrumação no interior da carroceria.

Já os caminhões compactadores apresentam as seguintes características:

### Vantagens

- capacidade de transportar muito mais lixo que as carrocerias sem compactação;
- baixa altura de carregamento (no nível da cintura), facilitando o serviço dos coletores que consequentemente apresentam maior produtividade;
- rapidez na operação de descarga do material, já que são providos de mecanismos de ejeção;
- eliminação dos inconvenientes sanitários decorrentes da presença de trabalhador arrumando o lixo na carroceria ou do espalhamento do material na via pública.

### Desvantagens

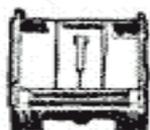
- preço elevado do equipamento;
- complicada manutenção;
- relação custo x benefício desfavorável em áreas de baixa densidade populacional.



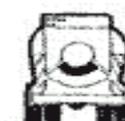
Os principais tipos de carrocerias compactadoras utilizados no Brasil são:



VEGALIX



KUKA



SITA 6000



GARWOOD



EZ PACK



COLECOM



## Escolha do veículo coletor

A escolha do veículo coletor é feita considerando-se principalmente:

- a natureza e a quantidade do lixo;
- as condições de operação do equipamento;
- preço de aquisição do equipamento;
- mercado de chassis e equipamentos (facilidade em adquirir peças de reposição);
- os custos de operação e manutenção;
- as condições de tráfego da cidade.

Deve-se estar atento para o bom “casamento” de chassis e equipamentos.

Os equipamentos compactadores são recomendados para áreas de média a alta densidades, em vias que apresentem condições favoráveis de tráfego.

Nas cidades pequenas, onde a população não é concentrada, os equipamentos sem compactação são os mais indicados.

Nunca é demais lembrar que, em cidades médias e grandes, existem áreas com características diferentes que podem justificar o uso de diversos tipos de equipamentos.



## Guarnição de coleta

Embora se dependa do tipo de veículo coletor a ser empregado para o dimensionamento da guarnição, ou seja, da equipe de trabalhadores que irão efetuar a coleta, pode-se utilizar o seguinte quadro:

Densidade Populacional	Guarnição de Coleta (excluindo motorista)	Produção diária por trabalhador	Tipo de veículo
Alta	3 homens	até 6.000 Kg	Compactador
Média	4 homens	até 4.000 Kg	Compactador
Baixa	5 homens	até 2.000 Kg	s/ Compactação

Estes números são dados apenas como referência, já que determinadas peculiaridades locais poderão exigir variações. Uma coisa porém é certa: quanto menor o número de coletores, maior será a produtividade de cada um.

É importante que a coleta em cada um dos setores seja sempre responsabilidade de uma mesma guarnição. O conhecimento da área contribui bastante para agilizar o serviço e também facilitar a fiscalização.

## Determinação dos roteiros de coleta

### Finalidade



Os roteiros ou itinerários de coleta são definidos para que o serviço se torne o mais eficiente possível. Para tanto, a regularidade do serviço e o conhecimento dos dias e horários de coleta pela população são medidas fundamentais à consolidação dos roteiros.

### Crerios

Deve-se contar, sempre que possível, com a colaboração da equipe de coleta e dos fiscais no planejamento ou nas alterações de roteiros. Eles, mais do que ninguém, conhecem

as características e peculiaridades do serviço.

Para que os setores sejam bem dimensionados, torna-se necessário adotar o seguinte critério básico:



- utilizar ao máximo a capacidade de carga dos veículos coletores, isto é, evitar as viagens com carga incompleta;
- aproveitar integralmente a jornada normal de trabalho da mão-de-obra;
- reduzir os trajetos improdutivo, ou seja, aqueles em que não se está coletando;
- fazer uma distribuição equilibrada da carga de trabalho para cada dia e também para todas as guarnições;
- estabelecer que o começo de um itinerário seja próximo à garagem e o término próximo ao local de destino, sempre que for possível;
- a coleta em áreas com fortes declividades deve ser programada para o início da viagem (o caminhão está mais leve);
- sempre que possível, coletar nos dois lados da rua ao mesmo tempo, mediante trajetos com poucas voltas.

Como já mencionado anteriormente, deve-se ainda lembrar:

- em ruas muito largas ou de trânsito intenso é aconselhável fazer a coleta primeiro de um lado e depois do outro;
- quando a rua servir de estacionamento a muitos veículos e/ou possuir trânsito intenso, é aconselhável escolher os horários em que esteja mais desimpedida (horário noturno para as áreas comerciais e diurno para áreas residenciais);
- não é recomendável a entrada dos caminhões coletores em travessas de curta extensão ou em ruas sem saída. Nestes casos, a coleta deve ser efetuada com os trabalhadores portando, por exemplo, tambores de 200 litros sobre carrinhos de roda de borracha.

## Dimensionamento

Para se efetuar a divisão da cidade em roteiros, é fundamental que as características particulares de seus bairros se conheçam. Um método bastante simples e que pode ser adotado em qualquer cidade é o da “cubagem.”, que consiste:



- escolher um recipiente-padrão de transferência para os trabalhadores utilizarem na operação de coleta. Latões de 100 litros são uma boa opção;
- determinar o número de recipientes-padrão coletado cada quarteirão da cidade no decorrer da semana. Deve ser anotada também a quantidade de recipientes-padrão necessária para completar uma carga do veículo empregado;
- registrar as cubagens diárias, quadra por quadra, em mapas, onde também estarão as sentidas de tráfego e topografia;
- determinar a extensão do itinerário, que será limitado pelo número de viagens que o veículo coletor fará do local de destino em cada dia.;
- multiplicar o número de viagens diárias previstas pela quantidade de recipientes-padrão que o veículo coletor pode conter. Este será o tamanho do itinerário medido em número de recipientes;
- traçar em mapa o itinerário que parecer mais apropriado, somando o número de recipientes por quadra até que se atinja o total calculado no item anterior.

## Implantação do serviço

Após explicar aos trabalhadores (guarnição, motoristas e fiscalização) sobre os objetivos das novas medidas, os roteiros serão colocados em prática procedendo-se a um acompanhamento dos tempos empregados no deslocamento do veículo em todos os percursos. Este estudo possibilitará alguns ajustes. As ocorrências mais comuns são:

- alguns veículos carregarão, na última viagem prevista para o dia, apenas uma parcela da carga para a qual estão dimensionados e, neste caso, o último roteiro deve ser aumentado;
- outros veículos estarão sobrecarregados, não conseguindo recolher o lixo do setor no número de viagens programadas, havendo necessidade de se diminuir o itinerário.

## Coleta contratada

As vezes as Prefeituras repassam a responsabilidade total ou parcial do serviço de coleta de lixo a empresas privadas. As condições de execução do serviço, bem como os pré-requisitos para participação das firmas interessadas, deverão estar explícitas em edital de licitação.

O pagamento do serviço pode ser feito com base na quantidade de lixo coletada, quando houver pos-

sibilidade de pesar os caminhões em balança rodoviária, ou através de um valor fixo mensal preestabelecido.

As vantagens dessa medida são:

- a redução significativa dos investimentos na compra de equipamentos e implantação de instalações físicas;
- a eficiência da mão-de-obra;
- a agilidade na aquisição de material sobressalente para os veículos coletores;
- a eliminação de procedimentos burocráticos e injunções políticas, quando se desejar modificações imediatas de equipe e pessoal;
- conhecimento prévio dos gastos com o sistema, facilitando, entre outros aspectos, a fixação de valores para eventual cobrança de taxa ou tarifa.

As principais desvantagens são:

- a necessidade de fiscalização rigorosa por parte da Prefeitura, sobretudo se o pagamento do serviço se der em função de quantidade de lixo coletado;
- a pouca flexibilidade do sistema em atender a situações não previstas na ocasião do contrato, como por exemplo, a remoção de resíduos decorrentes de inundações, greves, etc.

## **Estações de transferência**

As estações de transferência, ou transbordo, são locais onde os caminhões coletores vazam sua carga dentro de veículos com carrocerias de maior capacidade que seguem até o destino final. Têm como objetivo reduzir o tempo gasto de transporte e conseqüentemente os custos com o deslocamento do caminhão coletor desde o ponto final do roteiro até o local de disposição final do lixo.

Esta solução costuma ser empregada quando as áreas disponíveis para disposição do lixo se encontram muito afastadas dos locais de coleta.

## **Tipos**

Existem duas alternativas básicas para a construção de estações de transferência: sem compactação e com compactação.

Os dois tipos de estação de transferência com compactação apresentados devem ser complementados por silos ou pátios de acumulação, com a finalidade de permitir o vazamento de carga de carros coletores, sem a eventual presença de carretas na estação de transferência.

Tipo	Vantagens	Desvantagens
- sem compactação  - com compactador  - com veículo compactador	- opção de menor investimento  - permite o melhor aproveitamento da capacidade de carga das carretas  - facilita a descarga da carreta	- condiciona o vazamento à presença das carretas;  - é o tipo mais caro;  - alto custo;

## Viabilidade

Em cidades de maior porte, para viabilizar a implantação de uma estação de transferência em moldes convencionais, costuma-se admitir como pré-requisito que:

- a área de coleta esteja situada a pelo menos 30 km (ida e volta) do local de destinação;
- trajeto até o local de destinação se faça em tempo superior a 60 minutos (ida e volta);
- a quantidade de lixo coletado na área em estudo seja significativa.

E tudo isso tem de acontecer ao mesmo tempo!

Porém, antes de qualquer decisão, devem ser feitos estudos cuidadosos. As vantagens de uma estação tem de ser comparadas com os custos de aquisição, operação e manutenção de equipamentos e dos veículos de transferência.

## Controles operacionais

Os formulários de controle são necessários para que se mantenha o padrão do serviço dentro do que foi planejado. Servem também para indicar a necessidade de alguma alteração no sistema implantado, já que este deve ser dinâmico, acompanhando as transformações contínuas que ocorrem na cidade.

Os formulários deverão conter as seguintes informações básicas:

- controle de execução do serviço;
- controle da carga do veículo coletor;
- controle dos tempos onde serão anotados os horários de chegada e saída dos seguintes locais:

- garagem;
- início da coleta;
- termino da primeira viagem;
- chegada ao local de destino;



- e) saída do local de destino;
- f) início da segunda viagem e assim por diante até ...;
- g) volta a garagem (conclusão do serviço).

Na garagem e no local de destinação os horários deverão ser verificados e rubricados por um funcionário designado pela chefia.

## Sistemas alternativos

### *Aspectos gerais*

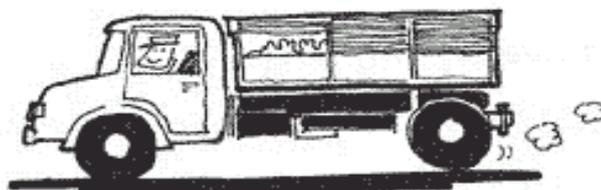
A necessidade de uma melhor aplicação dos recursos financeiros disponíveis nas Prefeituras tem levado as Administrações Municipais à redescoberta da simplicidade como o caminho mais adequado para a resolução dos problemas. Alternativas eficientes e de baixo custo passam a ser valorizadas.

Imagina-se que valham mais que tecnologias sofisticadas, caras e nem sempre adequadas às realidades regional e local.

### **Aplicações práticas**

As propostas apresentadas neste item não devem ser encaradas como soluções definitivas ou imutáveis. Tratam-se apenas de exemplos práticos que ajudarão a pensar no assunto.

- a) Prefeituras que não tenham condições financeiras para aquisição de veículos coletores compactadores podem solucionar seu problema de coleta com o uso de equipamentos menores, como a carroceria basculante (convencional ou “Prefeitura”) de 5 m<sup>3</sup> de capacidade, montados em chassis leves;

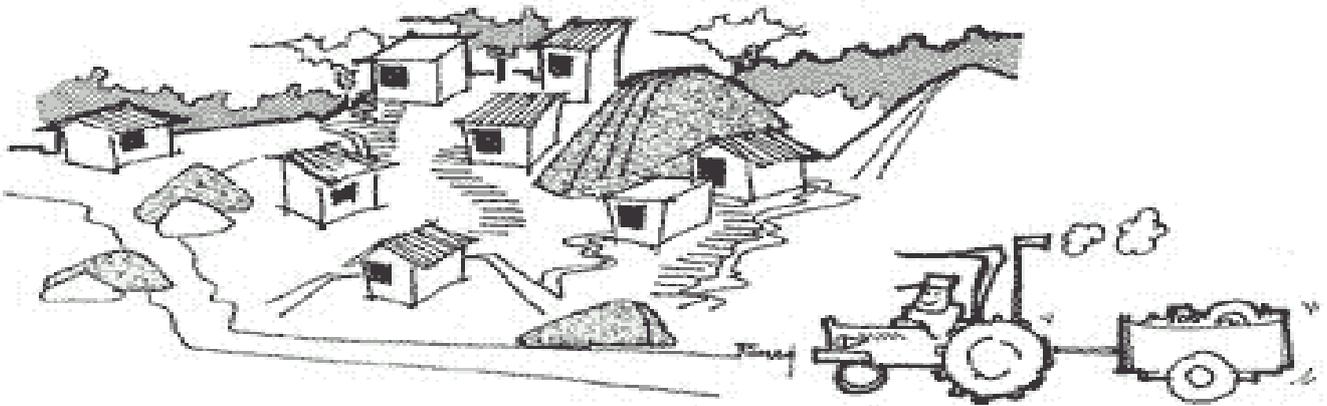


- b) carroças com tração animal, com capacidade para transportar de 1,5 a 3,0 m<sup>3</sup> de lixo, podem ser usadas quando faltarem ao Município recursos financeiros para aquisição e operação de veículos coletores convencionais, ou ainda em áreas inacessíveis a outros equipamentos;



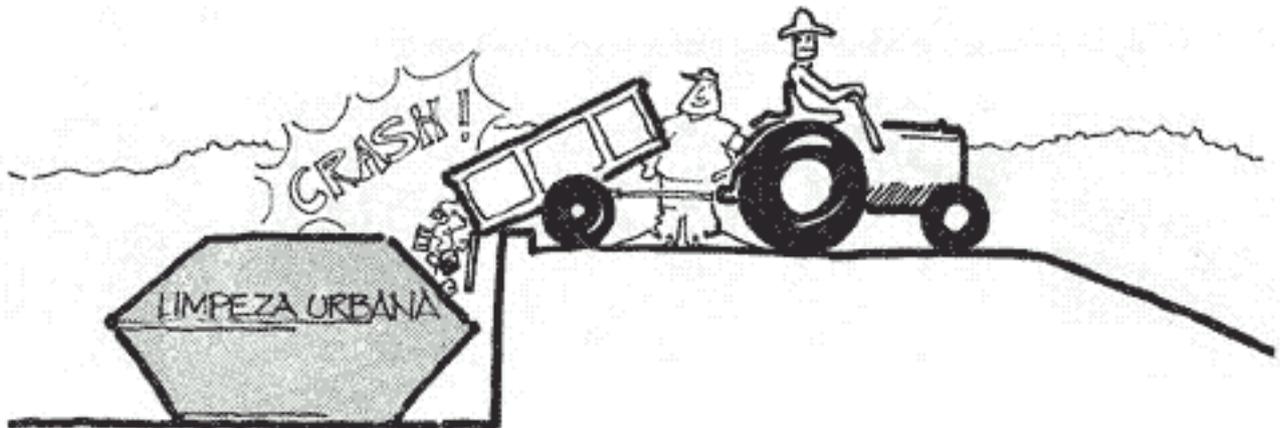
# Cartilha de Limpeza Urbana

c) microtrator agrícola rebocando carretinha de madeira pode ser r uma boa opção para áreas de difícil acesso;



d) rampas de transbordo de lixo bastante simples podem ser construídas aproveitando-se desníveis naturais do terreno em áreas de difícil acesso, onde a coleta é feita por microtrator ou tração animal. O vazamento pode ser feito:

- em caçambas estacionárias tipo Dempster ou Brooks, operadas por veículos tipo poliguindaste;
- em lixeiras construídas em alvenaria.



## 5. Limpeza de logradouros

O serviço de limpeza de logradouros públicos tem por objetivo evitar:

- problemas sanitários para a comunidade;
- interferências perigosas no trânsito de veículos;
- riscos de acidentes para pedestres;
- prejuízos ao turismo;
- inundações das ruas pelo entupimento dos ralos.

### Atribuições

O serviço de limpeza de logradouros costuma ser responsável por:



SARJETAS E RALOS



FEIRAS



CAPINA



PRAGAS



PRAIAS

As vezes outras atividades também são atribuídas ao setor, como:



PODA DE ARVORES



LIMPEZA DE MONUMENTOS...



... DE VALAS E CANAIS ...



COMBATE A VETORES

### Varrição

Varrição ou varredura é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos.

O conjunto de resíduos como areia, folhas carregadas pelo vento, papais, pontas de cigarro, por exemplo, constitui o chamado lixo público, cuja composição, em cada local, é função de:

# Cartilha de Limpeza Urbana

- arborização existente;
- intensidade de trânsito de veículos;
- calçamento e estado de conservação do logradouro;
- uso dominante (residencial, comercial, etc.);
- circulação de pedestres.

Um fator que muito influencia a limpeza de uma cidade é o grau de educação sanitária da população.



Todos deveriam estar conscientes que mais importante que limpar é não sujar! O próprio Poder Público pode dar o exemplo plantando nas ruas árvores que não percam muitas folhas em certas estações, instalando caixas coletoras bem visíveis por toda parte ... Com medidas do gênero, a Prefeitura verá diminuído o seu próprio trabalho.

## Métodos de varrição

As maneiras de varrer dependerão dos utensílios e equipamentos auxiliares usados pelos trabalhadores. Em um País onde a mão-de-obra é abundante e é preciso gerar empregos, convém que a maioria das operações seja manual.

Apenas em algumas situações particulares recomenda-se o uso de máquinas.

A limpeza por meio de jatos de água deve ser restrita a situações especiais. Água, em geral, é cara demais para ser gasta em uso tão pouco nobre.



Normalmente não é preciso varrer a faixa mais central de uma via. O trânsito de veículos basta para empurrar a sujeira para as sarjetas e estas, sim, deverão ser varridas.

# Cartilha de Limpeza Urbana

É hábito no Brasil que a limpeza das calçadas fique por conta dos moradores. O costume é excelente e deve ser incentivado podendo, inclusive, constar do Código de Posturas ou outra legislação pertinente.

Automóveis estacionados são a dor de cabeça do limpador da rua. Quanto maior a cidade maior o problema. Não existem soluções definitivas, mas aí vão algumas sugestões para tentar amenizar o problema:



- estabelecer estacionamentos alternados . cada dia os veículos só poderão estacionar em um dos lados da via pública; enquanto isso o lado vazio é limpo;
- exigir um afastamento mínimo entre o veículo e o meio-fio . solução que só se aplica a ruas largas;
- providenciar varrições noturnas, complementares às que se fazem durante o dia . comportamento recomendável para áreas comerciais, o que, entretanto, acarreta maiores custos.

## Equipamentos auxiliares de remoção

Os equipamentos auxiliares para remoção são utilizados para evitar que o lixo varrido fique à espera da passagem do veículo coletor, amontoado ao longo dos logradouros e sujeito ao espalhamento pelo vento, pela água das chuvas, etc.

Quando a coleta é efetuada pelos mesmos varredores, são utilizadas carrocinhas de madeira, latões transportados por carrinhos com rodas de borracha e outros equipamentos assemelhados. O lixo vai sendo acumulado durante a varredura. Os recipientes, uma vez cheios, são vazados em um local previamente determinado (ponto de lixo), de onde se providencia o seu recolhimento e transporte até a destinação final.



A seleção desses locais é difícil, mas muitas vezes é fundamental para agilizar as operações; a vizinhança, entretanto, reclama.

Quando não houver equipamentos auxiliares que facilitem as transferências, a solução será usar áreas menos visíveis ou juntar o lixo no passeio de vias pouco movimentadas. Aí,

porém, a remoção terá de ser imediata e a limpeza permanente.

Os sacos plásticos são a opção mais indicada para reduzir tais inconvenientes.

Os equipamentos auxiliares de remoção mais utilizados são:

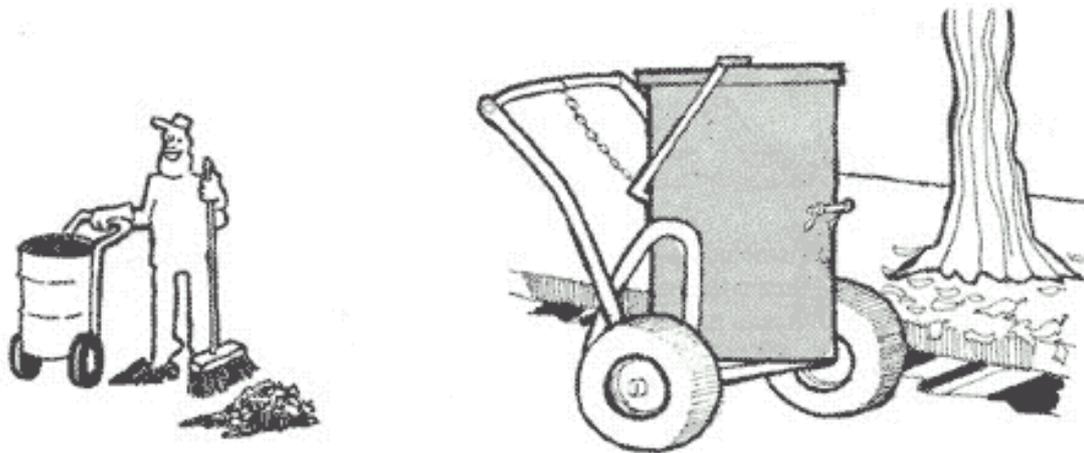
### *Carrocinha de madeira*

É constituída por uma caçamba de madeira com tampas removíveis nas partes traseira e dianteira, que se apóia sobre duas rodas com aros de ferro. As rodas devem ser de grande diâmetro, facilitando os deslocamentos, em particular as subidas no meio-fio. A capacidade é de 250 litros, o que a faz indicada para operar em áreas onde a concentração de lixo seja elevada.



### *Carrinho de ferro com rodas de pneus*

Consiste em uma estrutura metálica montada sobre rodas de borracha, suportando recipientes para armazenar o lixo varrido. É indicado para as áreas urbanas mais movimentadas. Os tipos mais conhecidos no Brasil são o lutocar e o prefeitura, que podem ser guarnecidos com sacos plásticos.



Uma outra opção é o carrinho feito com estrutura tubular que permita a fixação de sacos plásticos. Estes, quando cheios, seriam fechados, retirados da armação, colocados na calçada e substituídos por outros vazios.

### *Carrinho de mão convencional*

Só deve ser usado quando as soluções anteriores forem impossíveis. Sua capacidade e seu formato não são adequados. Vira com facilidade, esparrama o lixo, permite que o vento o carregue. É bem verdade que já existem alguns carrinhos fabricados especialmente para limpeza urbana que atenuam essas desvantagens.

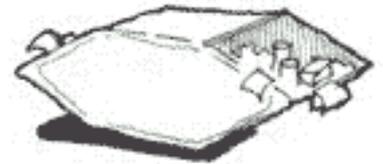
# Cartilha de Limpeza Urbana



## Caçamba estacionária

São recomendados contenedores tipo Dempster ou Brooks dispostos nos pontos de lixo. Os carrinhos lutocar, as carrocinhas de madeira e outros equipamentos empregados pelos varredores seriam vazados nessas caçambas.

A troca do contenedor cheio pelo vazio se faz através de veículo tipo poliguindaste. A frequência do recolhimento deve ser calculada a partir do volume de material recolhido em cada varrição. A relação habitual é de um veículo poliguindaste para cada dez caixas Dempster.



## Varredura mecanizada

Em viadutos, pontes, túneis e em vias pavimentadas extensas com meio-fio executado e bem conservadas podem ser utilizadas varredeiras mecânicas. No entanto não é muito fácil usá-las quando há veículos estacionados, declives acentuados, calhas para águas da chuva ou frisos mais elevados conhecidos como “despertadores”, próximos das muretas de túneis, pontes e viadutos.

Dependendo do sistema de recolhimento do lixo, os equipamentos podem ser de dois tipos:

Tipos	Vantagens	Desvantagens
Recolhimento mecânico	- custo de manutenção mais baixo do que as aspiradoras	- somente indicadas para operar em ruas sem buracos ou ondulações
Recolhimento por aspiração	- são mais eficientes	- alto custo de manutenção

Em geral, o serviço deve ser programado para o horário noturno, em virtude do menor trânsito de veículos, já que a velocidade de varrição nestes equipamentos (3 a 5 km/hora) é menor que a velocidade normal de tráfego, o que pode gerar engarrafamentos e outros transtornos.

## Cestas coletoras

As cestas coletoras devem ser instaladas em geral a cada 20 metros, de preferência em esquinas e locais onde haja maior concentração de pessoas (pontos de ônibus, cinemas, lanchonetes, bares, etc.).

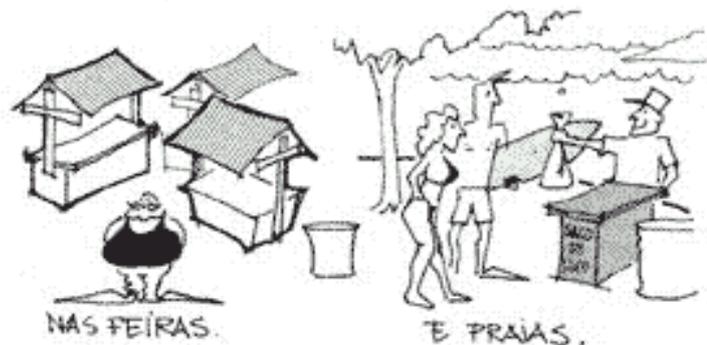
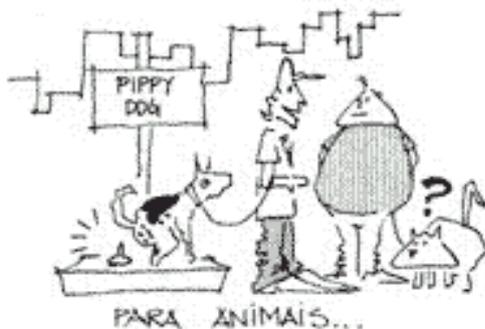
# Cartilha de Limpeza Urbana

Uma boa cesta deve ser:

- pequena, para não atrapalhar o trânsito de pedestres pelas calçadas;
- durável, bonita e integrada com os equipamentos urbanos já existentes (orelhão, caixa de correio, etc.);
- sem tampa, pois o usuário, certamente, não gostará de tocá-la;
- fácil de esvaziar diretamente nos equipamentos auxiliares dos varredores.



Além das cestas coletoras, outras medidas devem ser tomadas paralelamente, para reduzir a quantidade de lixo lançada nos logradouros. Eis algumas sugestões:



## Plano de varrição

Será considerada aqui apenas a varrição manual de ruas e calçadas.

### *Determinação do nível de serviço*

A frequência com que será efetuada a varrição definirá o nível de serviço. Neste particular, há dois tipos de varredura:

- normal ou corrida;
- de conservação.

A varrição normal pode ser executada diariamente, duas ou três vezes por semana, ou em intervalos maiores. Tudo irá depender da mão-de-obra existente, da disponibilidade de equipamentos e das características do logradouro, ou seja, da sua importância para a cidade.

Em muitas situações, é difícil manter a rua limpa pelo tempo suficiente para que a população possa percebê-lo e julgar o serviço satisfatório. Aí, só há uma saída: os garis terão de efetuar tantas varrições (repasses) quantas sejam exigidas para que o logradouro se mantenha limpo. Este tipo de varredura, chamada de conservação, é uma atividade em geral implantada nos locais com grande circulação de pedestres: áreas centrais das cidades; setores de comércio mais intenso, pontos turísticos, etc.

# Cartilha de Limpeza Urbana



Escolhido o nível de serviço ideal para cada logradouro, devem-se indicar num mapa, através de convenções, os tipos de frequência de varrição adotados, como por exemplo:



## *Velocidade de varrição*

É normalmente expressa em metros lineares de sarjeta por homem/dia (mll.dia). A unidade “dia” refere-se a uma jornada normal de trabalho. Para determinar a velocidade, é preciso antes classificar os logradouros de acordo com as características que mais influem na produtividade do varredor, tais como:

- tipo de pavimentação e de calçada;
- a existência ou não de estacionamentos;
- a circulação de pedestres;
- trânsito de veículos.

## *Extensão de sarjeta a ser varrida*

É preciso, considerando as frequências indicadas nos mapas, levantar a extensão total das ruas a serem varridas.

A extensão de sarjeta corresponderá, portanto, às extensões de ruas multiplicadas por dois.

Considerando-se as frequências, seria possível definir a extensão linear a ser varrida por dia. ou seja:

# Cartilha de Limpeza Urbana

Ex:

2 (diária com repasse)

1 (diária sem repasse)

3/6 (3 vezes por semana)

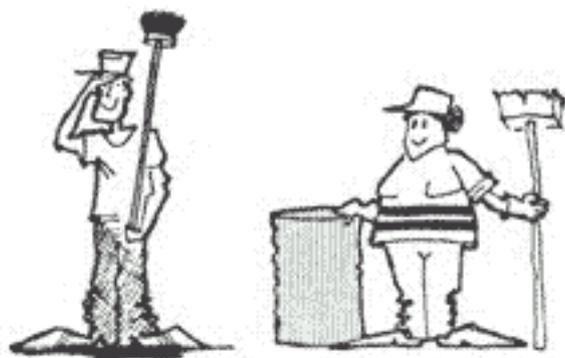
2/6 (2 vezes por semana)

1/6 (1 vez por semana)



*Mão-de-obra direta para varredura*

A utilização da mão-de-obra na varrição deve ser feita preferencialmente por equipes constituídas por:



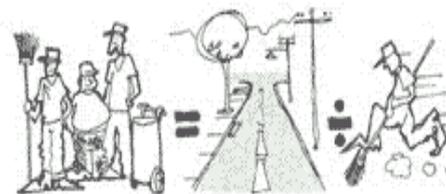
- um só gari varrendo, recolhendo e vazando os resíduos no ponto de acumulação;

- dois homens, sendo um varrendo e juntando os resíduos, enquanto outro gari coleta e vaza o material no ponto de remoção;

Estudos comparativos efetuados em algumas cidades comprovaram que o serviço executado por um só varredor é geralmente mais produtivo.

O número líquido de trabalhadores, isto é, a mão-de-obra estritamente necessária para a varredura, é determinado da seguinte maneira:

$$\text{N}^\circ \text{ de garis} = \frac{\text{Extensão linear total}}{\text{Velocidade média de varrição}}$$



Exemplo

Em uma cidade com 10 mil metros de ruas calçadas, com muito tráfego e duas sarjetas e com frequência de varrição estabelecida em três vezes por semana, verificou-se uma velocidade média de varrição, com um só homem, de 180 m/h, ou seja, 1.440 metros por homem/dia, considerando oito horas por turno.

$$\text{N}^\circ \text{ de garis} = \frac{10\ 000 \times 2 \text{ (n}^\circ \text{ sarjetas)} \times 3/6 \text{ (frequência)}}{1.440} = 7$$

Ocorre que, para obter este número, as contas são feitas considerando uma distribuição ideal dos serviços. Na prática, isto não acontece. Costuma-se, portanto, adotar um fator de correção (F1) de 10%, isto é, multiplica-se o número líquido de garis por 1,1. Os índices de ausência por férias, faltas ou licenças médicas também devem ser considerados. Um fator de correção (F2) de 20 a 30% pode ser aplicado sobre o número líquido de garis, dependendo da flexibilidade do órgão de limpeza urbana para punir e até demitir funcionários faltosos.

Executando as correções:

Mão-de-obra direta = N° líquido de garis x F1 x F2

## Remoção do lixo varrido

A remoção do lixo varrido poderá ser feita de várias maneiras, com a utilização dos mais diversos equipamentos, recomendando-se o seguinte quantitativo de trabalhadores para a coleta:

- Caminhão com caçamba basculante até 6 m<sup>3</sup>: 2 homens
- Caminhão com caçamba basculante maior que 6 m<sup>3</sup>: 3 homens
- Caminhão com carroceria de madeira: 3 homens
- Caminhão com poliguindaste para caixas Dempster: 1 homem
- Carreta por tração animal ou por microtrator: 1 homem

Quando são utilizados sacos plásticos pelos varredores, os quantitativos apresentados para caminhões basculantes e carroceria de madeira deverão ser reduzidos.

## *Itinerário*

Para a determinação dos itinerários ou roteiros de varredura serão utilizados mapas, onde deverão estar indicados as características dos logradouros, os pontos de acumulação do lixo e os locais de onde sairão os trabalhadores com seus instrumentos para iniciarem o serviço. Deverão ser reunidas informações características do método adotado (equipe de varredores, utensílios e equipamentos auxiliares utilizados), como também ser consideradas as estimativas dos tempos produtivos e improdutivos, dentro da jornada de trabalho, tais como:

- tempo real de varredura;
- tempo gasto no deslocamento do servidor até o local de início do serviço;
- tempo gasto nos deslocamentos até os pontos de acumulação do lixo;
- intervalo necessário ao almoço dos trabalhadores;
- tempo que o trabalhador leva para se deslocar do local de término do serviço até o lugar de guarda dos equipamentos e ferramentas.

Uma das regras básicas para o traçado de itinerários de varrição por quadras é que ele deverá ser escolhido em função da via principal, de tal forma que o primeiro trecho da quadra a ser varrido esteja situado nela. Assim, num dado momento, todos os trabalhadores da área estão varrendo a via principal, o que é interessante para demonstrar a atuação mais efetiva da limpeza urbana.

Tais procedimentos somente serão possíveis em áreas onde o traçado viário for favorável. Caso contrário, deve-se optar por uma varrição contínua.

## **Implantação e fiscalização dos serviços**

Na implantação do plano de limpeza vai ser preciso fazer muitos ajustes. Teoria e prática são coisas diferentes. As modificações que estão sempre ocorrendo na cidade obrigarão a se atualizar constantemente todos os planos.

É imprescindível uma boa fiscalização, não apenas dos serviços executados, mas também de bares, lanchone-

tes, etc. Caso contrário, resíduos destes locais serão varridos para as calçadas e ruas e largados lá. Infrações do gênero têm que ser previstas nos códigos de posturas ou regulamentos de limpeza e devem ser punidas.

Em determinadas situações particulares (Natal, Ano Novo e Carnaval, por exemplo) será necessário reforçar a mão-de-obra nas áreas mais críticas. Isto pode ser feito deslocando-se equipes de outros setores, que terão suas frequências de serviço diminuídas.

## Capinação

A capinação também é uma atividade muito importante a ser executada pelos serviços de limpeza pública, não apenas em ruas e passeios sem asfalto, mas também nas margens de rios e canais.



O método de capina vai depender basicamente:

### *Da forma de utilização da mão-de-obra*

Pode-se utilizar a mão-de-obra excedente dos serviços de varrição não havendo portanto uma frequência definida.

Quando as características da cidade exigirem uma atuação mais efetiva da limpeza urbana através de operação de capina, será preciso manter uma equipe especial para efetuar tais serviços.

### *Das ferramentas e equipamentos empregados*

Neste caso a operação poderá ser:

- MANUAL
- MECÂNICA
- QUÍMICA

*Regras importantes aplicadas à capina química:*

- de preferência não aplicar quando estiver ventando;
- se estiver ventando, aplicar andando contra o vento e de costas para ele;
- não aplicar em ladeiras;
- não aplicar próximo das raízes das árvores, respeitando uma distância correspondente à projeção da copa da árvore somada a um anel de 10m;
- usar equipamento de proteção individual (calça e luvas compridas, botas, óculos ou máscaras, boné);
- não comer e não fumar durante o trabalho;
- tomar banho de chuveiro com sabonete após a aplicação;
- trocar a roupa de aplicação diariamente e lavar a roupa usada com água e sabão;
- observar rigorosamente o plano de operações.

## Limpeza de feiras

Após o término da feira, a retirada do lixo deve ser rápida. É preciso desobstruir logo o trânsito no logradouro e, acima de tudo, evitar a fermentação da matéria orgânica que, no nosso País, é acelerada devido ao clima. Para diminuir os problemas, deve ser estabelecido um horário rígido para término da feira livre. Além disso, os feirantes terão de manter, ao lado dos pontos de venda, recipientes para lixo.

Para executar uma limpeza eficiente é recomendado:

- iniciar o serviço tão logo a feira termine;
- varrer toda a área utilizada, e não, como freqüentemente ocorre, apenas a faixa das sarjetas;
- varrer o lixo do passeio e do centro da rua para as sarjetas, de onde será removido (feiras instaladas em ruas):



- recolher o lixo, à medida que for varrendo, através de equipamento adequado (caminhão basculante, por exemplo);
- lavar o logradouro após a varredura e remoção (quando o piso for pavimentado);
- aplicar desodorizante no setor de venda de peixe.

## Limpeza de praias

O lixo de praia compõe-se basicamente de restos descartados pelos banhistas e detritos trazidos pela maré. É claro que sempre haverá alguma areia misturada.

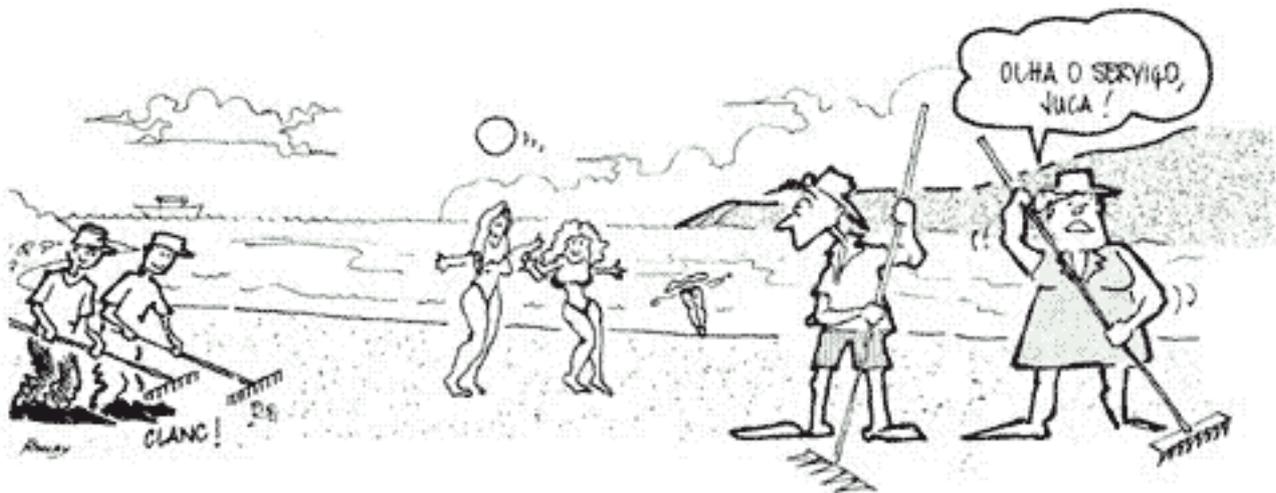
Quanto à forma de operação, a limpeza das praias poderá ser manual ou mecânica. Considerando o custo de aquisição e manutenção do equipamento, seu emprego geralmente não se justifica.

O método manual, utilizando-se ancinhos, pás, etc., permite uma operação rápida e com elevada produtividade dos trabalhadores. É o mais recomendado.

É importante proceder ao mesmo tempo à varrição da calçada e da sarjeta marginal à praia, usando vassouras, pás e carrinhos de mão.

As praias podem ser limpas em dois horários: diurno ou noturno.

O horário diurno é recomendável durante os meses fora da temporada, geralmente de abril a novembro. No período de verão, com dias mais quentes e maior número de banhistas, as praias mais freqüentadas devem ser limpas em horário noturno, ou seja, de 16 às 22 horas (horário corrido), desde que haja iluminação suficiente (natural ou artificial). Quando se tratar de praias muito movimentadas, a limpeza será feita todos os dias. Nas demais, pode ser adotada uma freqüência menor.



## Limpeza de bocas-de-lobo ou caixas de ralo

É uma atividade que deve ser executada regularmente junto com a varrição.

Tem por objetivo garantir o perfeito escoamento das águas pluviais e impedir que o material sólido, retido durante as chuvas, seja levado para os ramais e galerias.

O sistema manual é o mais comumente utilizado e, se bem planejado, poderá atender eficientemente às necessidades de serviço. Uma enxada, uma pá e uma chave de ralo são os utensílios usados. Veículos com equipamentos especiais de sucção somente deverão ser adotados em cidades grandes, devido ao seu alto custo de aquisição e manutenção.

Costuma-se incumbir ao próprio varredor do logradouro a tarefa de limpeza das caixas de ralo. Ele terá de ser bem instruído e fiscalizado, pois há o risco dele varrer o lixo para dentro dos bueiros, em lugar de recolhê-lo.

# Cartilha de Limpeza Urbana

Os locais onde as bocas-de-lobo devem ser limpas mais freqüentemente são:



Nestes locais, a limpeza de caixas de ralos deverá ser feita com maior freqüência nos períodos chuvosos e obrigatoriamente depois de chuvas fortes.



## 6. Tratamento e disposição final do lixo

Há várias maneiras erradas de disposição final do lixo sendo praticadas pelas cidades brasileiras:



UTILIZAÇÃO DO LIXO CRU COMO ADUBO OU RAÇÃO.



LANÇAMENTO NA ÁGUA (RIOS, LAGOAS E MARES)



VAZAMENTO A CÉU ABERTO EM ÁREAS AFASTADAS.

Elas refletem o desconhecimento dos aspectos sanitários e ambientais envolvidos, o despreparo técnico e a falta de recursos econômicos da maioria dos Municípios para enfrentar o problema. O que se faz, nestes casos, é “dar sumiço” logo no lixo, se possível, escondendo-o da vista da população.

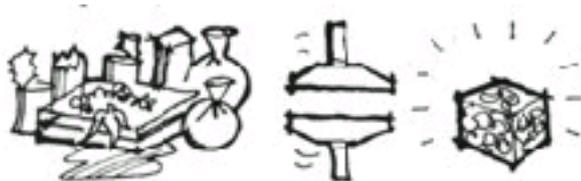
### Formas de tratamento e disposição final de lixo urbano

A *destinação ou disposição final*, como o próprio nome sugere, é a última fase de um sistema de limpeza urbana. Geralmente esta operação é efetuada imediatamente após a coleta. Em alguns casos, entretanto, antes de ser disposto o lixo é processado, isto é, sofre algum tipo de beneficiamento, visando melhores resultados econômicos, sanitários e/ou ambientais.

Quando o processamento tem por objetivo fundamental a diminuição dos inconvenientes sanitários ao homem e ao meio ambiente, diz-se então que o lixo foi submetido a um tratamento.

Várias são as formas de processamento e disposição final aplicáveis ao lixo urbano. Na maioria das vezes, ocorrem associadas. As mais conhecidas são:

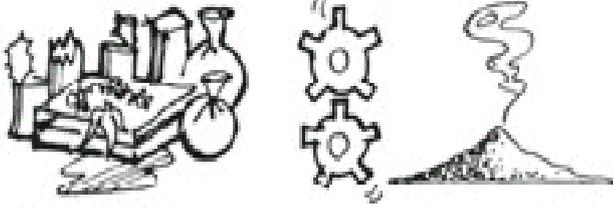
- *Compactação*:



Trata-se de um processamento que reduz o volume inicial de lixo de 1/3 a 1/5, favorecendo o seu posterior transporte e disposição final. Isto pode se dar nas estações de transferência, conforme já comentado.

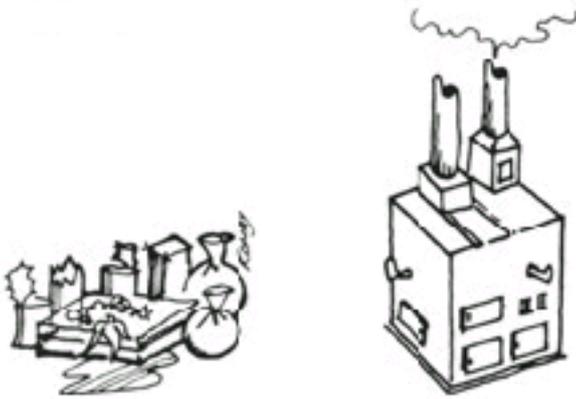
# Cartilha de Limpeza Urbana

## - Trituração:



Consiste na redução da granulometria dos resíduos através de emprego de moinhos trituradores, objetivando diminuir o seu volume e favorecer o seu tratamento e/ou disposição final.

## - Incineração:

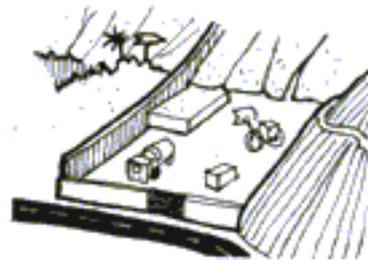


Este processo visa a queima controlada do lixo em fornos projetados para transformar totalmente os resíduos em material inerte, propiciando também uma redução de volume e de peso. Do ponto de vista sanitário é excelente. A desvantagem fica por conta dos altos custos de instalação e operação, além dos riscos de poluição atmosférica, quando o equipamento não for adequadamente projetado e/ou operado.

## - Aterro (sanitário e controlado):

A rigor, é o único método de disposição final propriamente dito. Consiste basicamente em:

- a) compactação dos resíduos em camadas sobre o solo, empregando-se, por exemplo, um trator de esteira;
- b) o seu recobrimento com uma camada de terra ou outro material inerte;
- c) adoção de procedimentos para proteção do meio ambiente.



## - Compostagem:



Trata-se de método para decomposição do material orgânico existente no lixo, sob condições adequadas, de forma a se obter um composto orgânico para utilização na agricultura.

Apesar de ser considerado um método de tratamento, a compostagem também pode ser entendida como um processo de destinação do material orgânico presente no lixo. Isto porque possibilita enorme redução da quantidade de material a ser disposto no aterro sanitário (somente o que for rejeitado no processamento).

## - *Reciclagem:*

A reciclagem dos materiais recuperáveis no lixo urbano tem cada vez maior aceitação no mundo. As vantagens econômicas, sociais, sanitárias e ambientais sobre os outros métodos são evidentes.



Este processo constitui importante forma de recuperação energética, especialmente quando associado a um sistema de compostagem. Apenas alguns componentes do lixo urbano não podem ser reaproveitados. É o caso de louças, pedras e restos de aparelhos sanitários, que até o momento, pelo menos, não tem nenhum aproveitamento econômico. Outros são considerados resíduos perigosos, como restos de tinta e pilhas, por exemplo, e devem ser separados para evitar a contaminação do composto. Dependendo das características regionais, a reciclagem pode representar um fator importante de redução de custos dentro do sistema de limpeza urbana.

## **Escolha do sistema adequado**

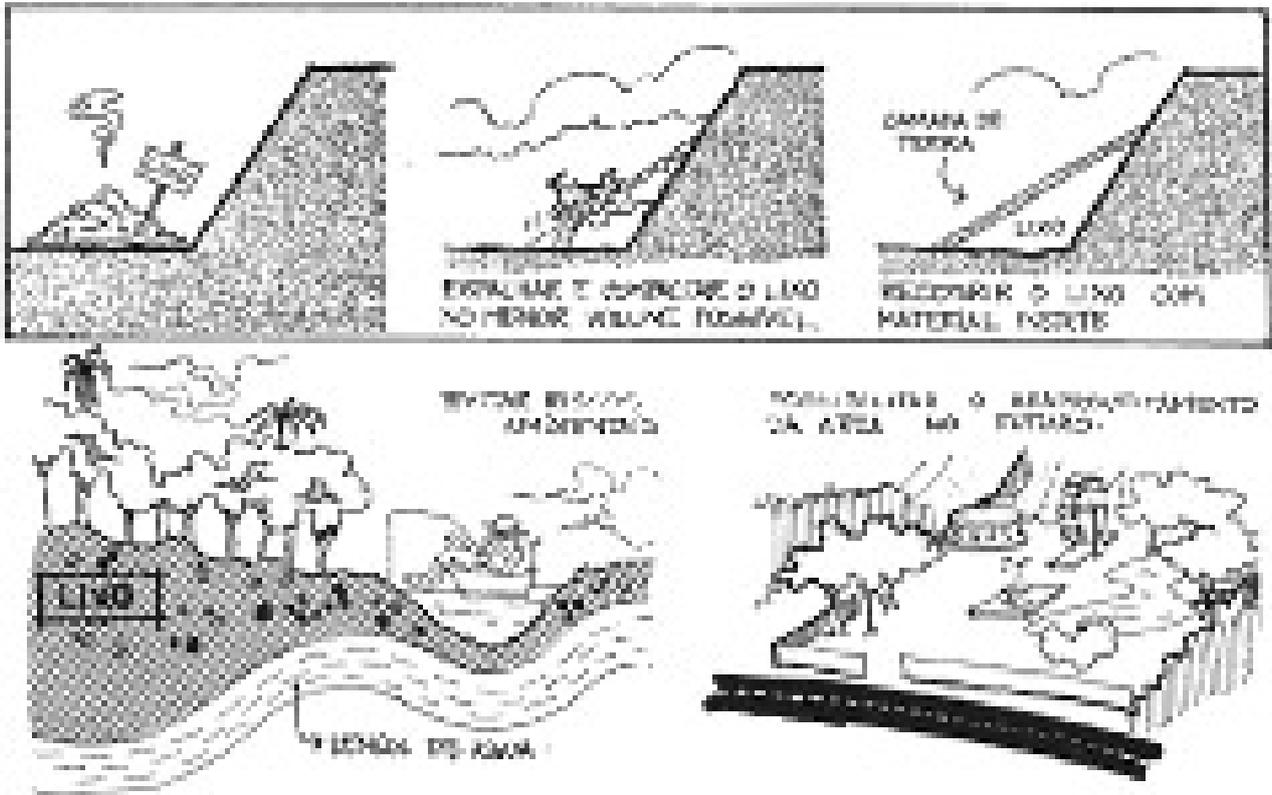
A decisão sobre o sistema de disposição do lixo a ser adotado para uma certa cidade ou região deverá ser precedida de uma avaliação criteriosa das alternativas disponíveis.

A escolha dependerá do contexto em que se situe o poder de decisão. Trocando em miúdos: se for considerada apenas como o problema de um setor com orçamento limitado, está claro que a Administração buscará a solução mais econômica. Esta, quase sempre, será o aterro controlado ou sanitário, desde que exista área adequada e disponível. Se o problema for submetido à ótica mais ampla, deverão ser considerados, ao lado dos custos financeiros, benefícios tais como: preservação do meio ambiente; melhoria das condições sanitárias e dos aspectos sociais envolvidos; economia de divisas com a recuperação de materiais (muitos dos quais fabricados com matéria-prima importada); desenvolvimento da agricultura através do recondicionamento de solos, com aplicação de composto orgânico; geração de energia através de componentes combustíveis encontrados no lixo.

## **Aterro controlado e aterro sanitário**

O aterro controlado e o sanitário são métodos de disposição final de lixo no solo que podem ser amplamente empregados. A técnica consiste na utilização de princípios de engenharia para:

# Cartilha de Limpeza Urbana



Mesmo as instalações de reciclagem, incineração e compostagem precisam de um local onde sejam descartados, de forma apropriada, as sobras e os refugos provenientes do processamento do lixo. Neste caso, o aterro pode servir também como alternativa em situações de emergência motivadas por interrupções eventuais da instalação industrial.

Os maiores problemas para a implantação de aterros são:

- a possibilidade de se poluir o solo e cursos de água superficiais ou subterrâneos;
- a necessidade de supervisão constante de modo a garantir a manutenção das mínimas condições ambientais e de salubridade;
- a geração de gases a partir da decomposição do lixo aterrado;
- a necessidade de terrenos disponíveis para a instalação do aterro próximos aos locais de produção do lixo, já que o custo de transporte é muito elevado na limpeza urbana em virtude do baixo peso específico do lixo;
- a resistência dos moradores nas cercanias do aterro que, muitas vezes, por não serem ouvidos e devidamente esclarecidos quanto ao problema, acabam por criar impasses desgastantes para a Administração Municipal.



## Escolha do local para o aterro sanitário

Para analisar cada um dos terrenos disponíveis e preciso considerar os seguintes aspectos:

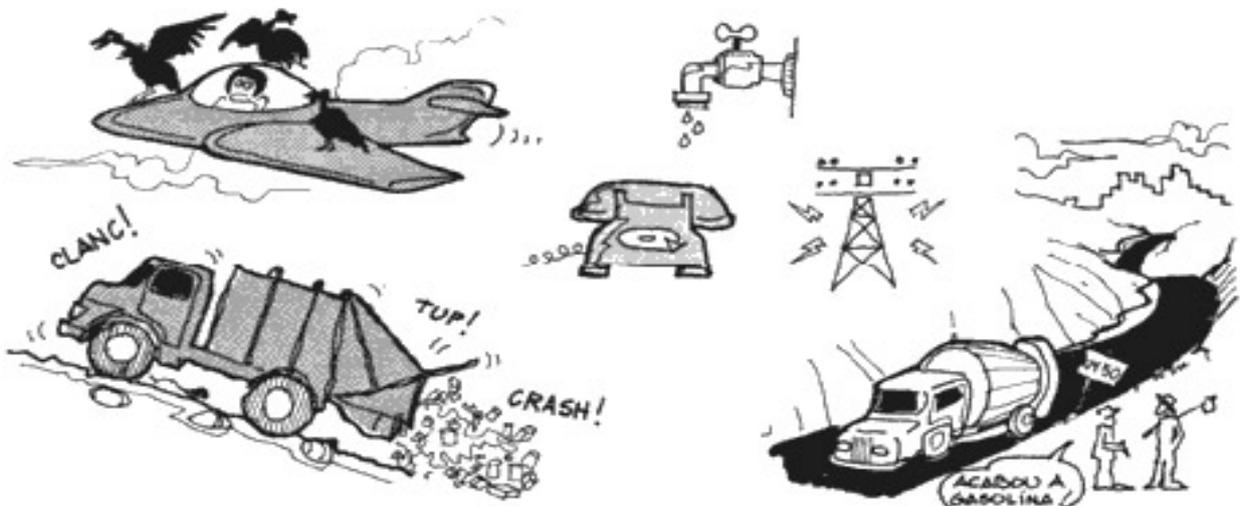
*Propriedade* - Se a área é do Governo, não há necessidade de desapropriá-la ou negociar sua aquisição, arrendamento, etc.

Em certas situações, a utilização de uma área particular pode representar uma opção interessante, como nos casos em que o órgão da limpeza urbana e o proprietário fazem um contrato para aterramento da área mediante a cessão, ao termino do contrato, de parte do terreno recuperado.

*Tamanho da área* - O sítio selecionado para a instalação do aterro deverá ser suficiente para utilização por um período de tempo que justifique os investimentos, sendo usual admitir-se um mínimo de cinco anos. Algumas vezes, porém, justifica-se a utilização de áreas com menores capacidades.

*Localização* - Quanto a este fator, a melhor área é aquela que:

- está próxima da zona de coleta (no máximo 30 km para ida e volta);
- apresenta vias de acesso em boas condições de tráfego para os caminhões, inclusive em épocas de chuvas, com o mínimo de aclives, pontes estreitas e outros inconvenientes;
- está afastada de aeroportos ou de corredores de aproximação de aeronaves, já que o lixo atrai urubus, por exemplo, que podem provocar acidentes aéreos;
- está afastada no mínimo 2 km de zonas residenciais adensadas para evitar incômodos ao bem-estar e a saúde dos moradores;
- é servida por redes de telefones, energia elétrica, água, transportes e outros serviços, o que facilitara enormemente as operações de aterro;
- está afastada de cursos de água, nascentes e poços artesianos, em virtude da possibilidade de contaminação das águas;
- apresenta jazidas acessíveis de material para cobertura do lixo, par a revestimento de pistas de acesso e impermeabilização do solo;
- apresenta posicionamento adequado em relação a ventos dominantes.



*Características topográficas* - Devem ser escolhidas áreas que facilitem o aterro e que naturalmente favoreçam a proteção a vida e ao meio ambiente.

São geralmente recomendadas áreas tais como:

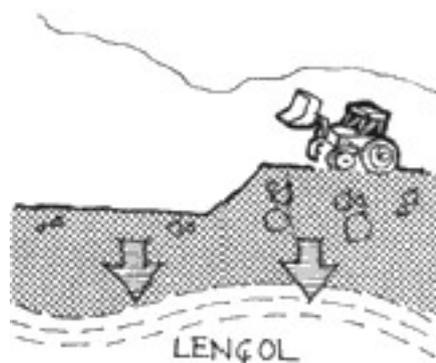
- terrenos localizados em depressões naturais secas;
- minas abandonadas;
- jazidas de argila ou saibro já exploradas.

*Tipo de solo* - A composição do lixo urbano é bastante variada, podendo conter substâncias perigosas ao homem e ao ambiente.

A tendência natural é que tais substâncias e os produtos da própria decomposição do lixo comecem a penetrar no solo, levadas pela água presente no lixo e pela água das chuvas. A este tipo de fenômeno se dá o nome de lixiviação. Dela resulta o chorume, um líquido de cor escura, odor desagradável e elevado poder de poluição.

O solo de baixa permeabilidade é portanto o ideal para o aterro, pois funciona como se fosse um filtro. Vai retendo as substâncias à medida que o chorume se movimenta através dele, reduzindo o seu poder contaminante.

*Águas subterrâneas* - É importante que se conheça o perfil hidrogeológico, ou seja, as características do lençol freático da área . Quanto mais profundo o nível da água subterrânea, menores serão as possibilidades de contaminação e também menores as medidas de proteção e controle exigidas . Considera-se, geralmente, que a cota inferior do aterro deve estar distante no mínimo cerca de 3 metros do lençol freático.



## **Levantamentos preliminares**

Escolhido o local para o aterro sanitário, começam as preocupações com o projeto executivo. Para início de conversa, serão necessárias algumas informações que orientarão todo o trabalho, tais como:

1. Levantamento topográfico - devem ser indicados todos os detalhes importantes (cursos de água, caminhos, construções, etc.).
2. Levantamentos geotécnicos - serão executados para definir o tipo de solo, determinar o nível do lençol freático e a capacidade de suporte do terreno.

3. Levantamento da quantidade dos resíduos destinados ao aterro - servirá para calcular a vida útil do aterro. O peso específico do lixo compactado (varia de 500 a 700 kg/m<sup>3</sup>) será um elemento fundamental a ser considerado nestes cálculos.

4. Levantamento dos tipos de resíduos - orientará as medidas de proteção e controle que se fizerem necessárias.

5. Levantamento de dados complementares - eis alguns levantamentos importantes:

- identificar os planos de ocupação do solo e projetos urbanísticos previstos para a região;
- definir o uso futuro da área a ser aterrada;
- reunir dados a respeito das condições climáticas da região, uma vez que estas influirão na operação do aterro (frequência e intensidade de chuvas e ventos, por exemplo).



## Delineamento do projeto e discussão com a comunidade

Antes de iniciar o projeto executivo é preciso lançar as idéias básicas, a concepção geral do aterro.

Após esta fase é fundamental que se informe à comunidade sobre o que é um aterro sanitário, as medidas de proteção e controle de poluição que serão tomadas e os benefícios a serem alcançados com a recuperação da área e destinação sanitariamente adequada do lixo. Assim, serão evitados problemas futuros, nas fases de implantação e operação do aterro sanitário.



## Instalações de apoio

Geralmente as instalações auxiliares compreendem:

- portaria;
- cercas;
- balança rodoviária;
- sede administrativa, vestiário, sanitário e refeitório;
- setor de oficina de manutenção, borracharia e abrigo para os equipamentos;
- instalação de serviços básicos (água, luz, esgotos, telefones e vias de acesso).

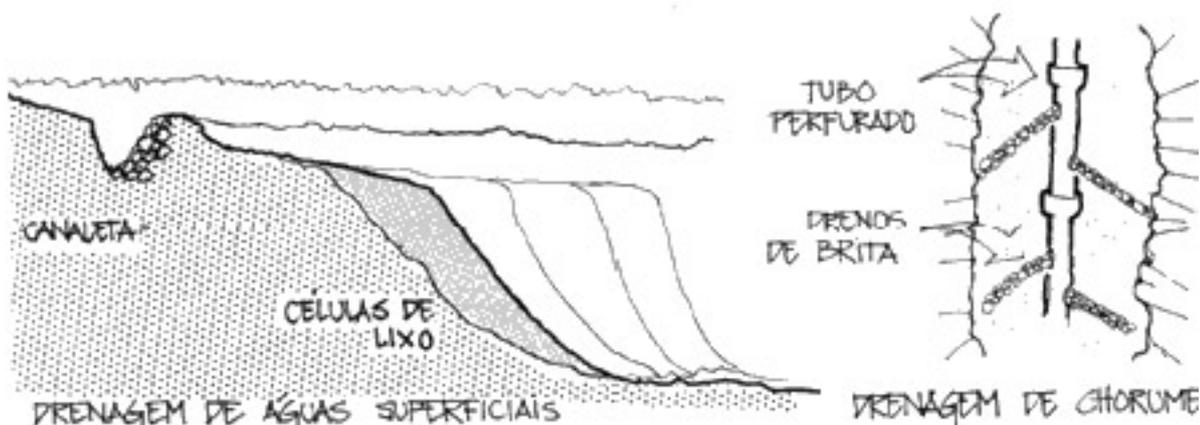
## Obras de drenagem

Água e aterro de lixo são duas coisas que não combinam. Um sistema de drenagem apropriado garante a proteção do meio ambiente e a saúde dos moradores. Para tanto devem ser drenadas tanto as águas limpas superficiais (desvio de cursos de água e águas de chuva), como as águas poluídas (chorume).

A drenagem do chorume pode ser feita utilizando-se:

- tubos de PVC, concreto ou barro perfurados;
- drenos cegos de brita nº 1 e nº 2.

Entre as formas de distribuição dos drenos no terreno, a mais utilizada é a espinha de peixe. Para facilitar o escoamento, os drenos devam apresentar uma inclinação de 2%.



Para evitar o bloqueio parcial ou total dos drenos pelas substâncias sólidas presentes no líquido percolado (chorume) costuma-se proteger os drenos com uma fina camada de capim.

Uma vez captado, o chorume deverá passar por algum dos seguintes processos

- filtros biológicos;
- lagoas de estabilização;
- valos de oxidação;
- recirculação;
- tanques de aeração.

Na maioria dos casos é suficiente, para o controle da poluição, a drenagem superficial, a boa impermeabilização da base e a cobertura diária do lixo vazado. Com estas providências, o chorume produzido fica contido na massa do lixo, evitando a contaminação dos corpos d'água.

É daí que vem a diferenciação básica entre os aterros sanitários e os controlados. Requisito para o primeiro, o sistema de captação e tratamento de chorume é dispensável no segundo pressupõe um terreno com características naturais favoráveis (solo pouco permeável e lençol freático profundo, em especial)

Por exigir menores recursos para implantação e operação, o aterro controlado apresenta-se como a opção mais acessível à maioria das cidades brasileiras.

## *Drenagem de gases*

Entre os produtos da decomposição vai aparecer o gás de aterro, constituído por cerca de 60% de metano (CH<sub>4</sub>). Este gás poderá ocasionar explosões, caso sua concentração na atmosfera seja superior a 5%. Torna-se, portanto, necessária a sua drenagem.

As três formas mais usuais de se construir drenos verticais, que deverão estar instalados em diversos pontos do aterro, são:

- utilizando-se um tubo guia dentro do qual são colocadas pedras britadas n<sup>os</sup> 3 e 4 (ou pedras de mão de até 10 cm), com o tubo sendo elevado à medida que se aumenta a cota do aterro;
- utilizando-se tubos perfurados de concreto com diâmetro de 0,5 ou 1 metro, que vão sendo sobrepostos conforme a elevação da cota do aterro;
- utilizando-se uma fôrma feita de tela, onde se colocam pedras de mão, que vai subindo à medida que o aterro sobe.



O metano é um gás combustível que pode ser utilizado em cozinhas, fábricas e até para movimentar veículos. Nos primeiros casos sua recuperação é simples, bastando instalar uma rede de captação e distribuição a partir dos poços de drenagem. Para a utilização em veículos, há necessidade de um pré-tratamento e compressão do gás, e que exige altos investimentos. Para evitar interferência os tubos deverão ser colocados, no mínimo, a uma distância de 50 m de um para o outro.

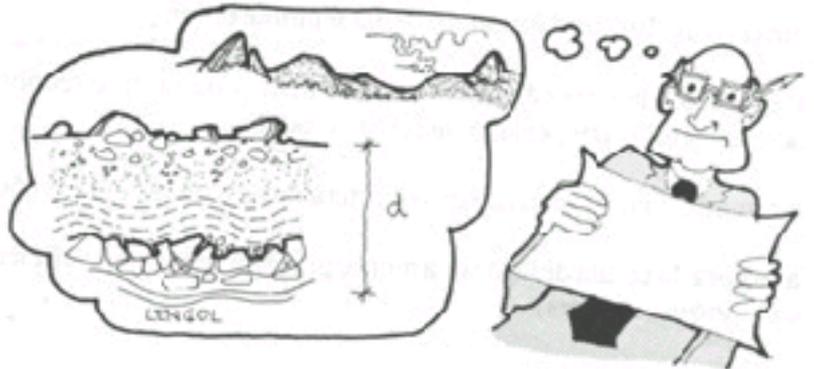
## Escolha do método construtivo do aterro

Ha três fatores a considerar:

- topografia da área;
- tipo de solo;
- profundidade do lençol freático.

A análise desses fatores determinará o método a empregar. Existem três possibilidades:

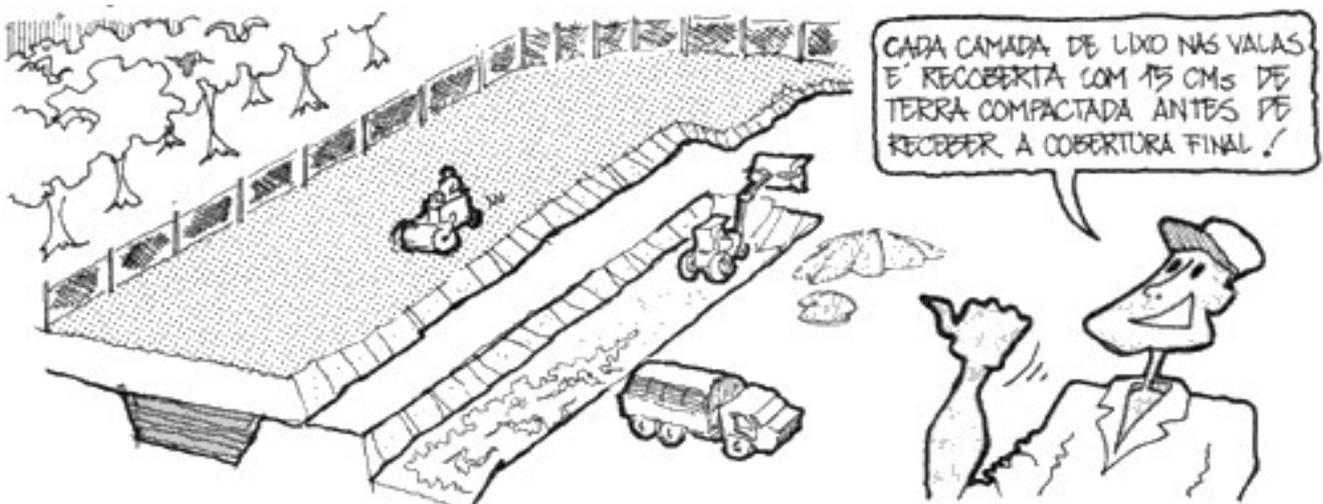
- trincheira;
- rampa;
- área.



Os procedimentos para a execução da obra são quase os mesmos, independente do método seguido. Eis aqui as regras básicas para operação em aterros sanitários:

- espalhamento e a compactação do lixo deverão ser efetuados, sempre que possível, de baixo para cima, a fim de se obter um melhor resultado;
- para uma boa compactação, o espalhamento do lixo de verá ser feito em camadas não muito espessas de cada vez, com o trator dando de três a seis passadas sobre a massa de resíduos;
- a altura da célula deve ser de 2 a 3 metros para que a decomposição do lixo aterrado ocorra em melhores condições;
- a camada de solo de cobertura ideal é de 20 a 30 cm para os recobrimentos diários de lixo;
- uma nova célula será instalada no dia seguinte em continuidade à que foi incluída no dia anterior;
- a execução de uma célula em sobreposição à outra ou o recobrimento final do lixo só deverá acontecer após um período de cerca de 60 dias;
- a camada final de material de cobertura deverá ter no mínimo 50 cm;
- a largura da célula devera ser a menor possível (em geral, suficiente para descarga de três a cinco caminhões coletores).

*Método da trincheira* - É a técnica mais apropriada para terrenos que sejam planos ou poucos inclinados, e onde o lençol freático esteja situado a uma profundidade maior em relação à superfície

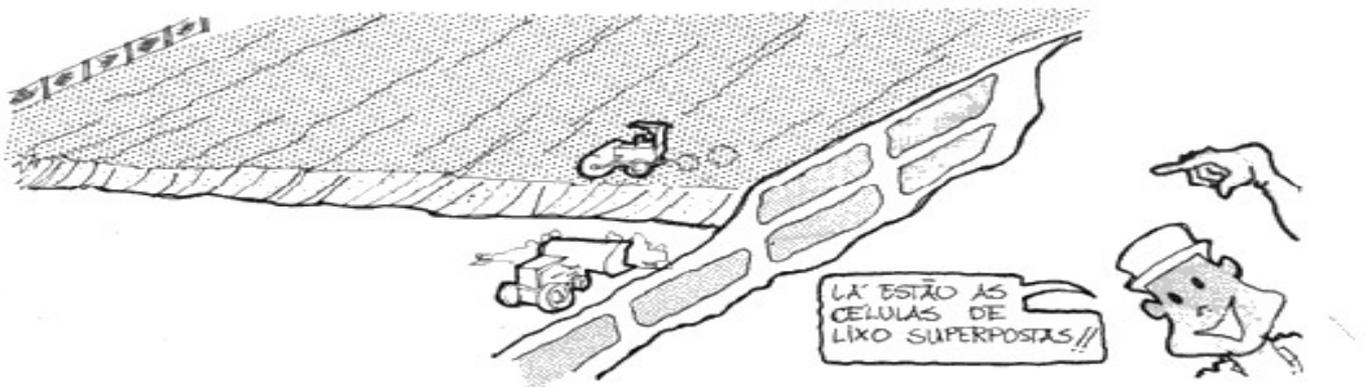


# Cartilha de Limpeza Urbana

*Método da rampa* - Indicado quando a área a ser aterrada é plana, seca e com um tipo de solo adequado para servir de cobertura. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático confirmarão ou não o uso desta técnica.



*Método da área* - É uma técnica adequada para zonas baixas, onde dificilmente o solo local pode ser utilizado como cobertura. Será necessário retirar o material de jazidas que, para economia de transporte, devem estar localizadas o mais próximas possível do local a ser aterrado. No mais, os procedimentos são idênticos ao método da rampa.



## Vias internas

Os acessos internos tem de ser bem previstos nesta fase para facilitar a movimentação de resíduos no aterro. Eles podem ser construídos com vários materiais: saibro, rocha em decomposição, material de demolição, produtos de pedreira.

A espessura recomendada para as vias internas do aterro é de 30 a 50 cm, compactadas em camadas de 10 cm.

Um bom aterro é o que se mantém em boas condições de operação e tráfego até mesmo em dias chuvosos.



## Equipamentos utilizados

Os equipamentos normalmente empregados nas operações em um aterro sanitário são:

- trator de esteiras - provido de lamina para espalhamento, compactação e recobrimento do lixo;
- caminhão basculante - para transporte de material de cobertura e para acessos internos;
- pá mecânica - para carregamento dos caminhões;
- retroescavadeira - para abertura de valas maiores;
- carro-pipa - para abastecimento d'água, para redução da poeira nas vias internas e umedecimento dos resíduos mais leves (papéis, plásticos, etc.) evitando seu espalhamento.

A falta de recursos financeiros, a dificuldade de mão-de-obra especializada para manutenção e a inexistência de um sistema de pronta reposição de peças sobressalentes são fatores que não podem deixar de ser considerados na seleção dos equipamentos. O método de operação do aterro será o principal fator determinante.

Há Municípios pequenos que não dispõem de equipamentos específicos para operação no aterro. Uma solução pode ser a utilização periódica



de máquinas pertencentes a outro setor da Prefeitura, como, por exemplo, as usadas para conservação das estradas.

## **Operação manual de um aterro sanitário**

Operar o aterro através de ferramentas manuais de fácil aquisição pode ser uma boa opção na redução dos custos para Municípios de pequeno porte. A escolha do terreno é o fator fundamental para o sucesso deste tipo de operação. O ideal é usar uma pequena depressão natural (seca) para vazamento dos resíduos.

Com o auxílio de enxadas, ancinhos, gadanhos e/ou forcados pode-se ir espalhando o lixo e nivelando as superfícies superior e lateral em taludes de 1:1. O recobrimento do lixo deve ser efetuado diariamente, ao término da jornada de trabalho.

A compactação do lixo pode ser efetuada por apiloamento. A operação é viável apenas para volumes diários de lixo não superiores a 40 m<sup>3</sup> - aproximadamente 10 t/dia.

Outra forma de operação manual seria a utilização de uma trincheira, escavada previamente por meio de equipamento mecânico (trator, por exemplo) pertencente a outro órgão da Prefeitura. O material proveniente da escavação será depositado em local próximo para depois servir como cobertura. O espalhamento e o nivelamento dos resíduos deverão ser efetuados manualmente, conforme o caso anterior.

A compactação pode ser feita pelo próprio tráfego dos veículos coletores sobre a área aterrada.

Para operar um aterro manualmente, é fundamental que os trabalhadores encarregados de espalhar e recobrir o lixo portem, além de ferramentas adequadas, vestimentas e luvas que lhes dêem proteção e segurança. As capas plásticas são necessárias para dias chuvosos.

## **A reciclagem do lixo urbano**

Apesar do significado abrangente do termo, a reciclagem vem sendo atualmente considerada, acima de tudo, um método de recuperação energética.

Dentro deste conceito, pode-se classificar as diversas formas de reciclagem de acordo com a maior ou menor recuperação de energia de cada processo. Assim:

*Máximo índice de recuperação* - Aí se enquadra a seleção de materiais que poderão ser novamente utilizados, sem qualquer beneficiamento industrial, a não ser lavagem e eventual esterilização.

Exemplo: garrafas inteiras de refrigerantes ou de cerveja.

*Médio índice de recuperação* - Neste caso, há necessidade de se proceder algum beneficiamento industrial ao produto recuperado a fim de transformá-lo novamente em material reutilizável.

Exemplo: cacos de vidro, metais e embalagens de plástico.

*Recuperação biológica* - Trata-se de uma particularização do caso anterior, isto é, médio índice de recuperação, só que referente às frações orgânicas do lixo. É o caso da produção de adubo orgânico e da obtenção

de combustível gasoso (metano).

*Baixo índice de recuperação* - Neste caso está inserido o aproveitamento do poder calorífico dos materiais combustíveis presentes no lixo, mediante sua incineração. Por exemplo, quando se queima um saco plástico, a energia liberada é menor que a utilizada no seu processo de fabricação, desde a matéria-prima (petróleo) até o produto acabado (saco plástico).

No planejamento de um sistema de reciclagem, deve-se ter sempre como objetivo principal a obtenção do maior balanço energético possível.

## Compostagem

A compostagem é um processo de transformação da matéria orgânica do lixo em um composto (adubo) orgânico.

Isso acontece pela ação de microorganismos existentes no próprio lixo, que vão decompondo a matéria orgânica mais complexa em produtos finais mais simples.

Basicamente existem dois tipos de compostagem: um que se dá com a presença do oxigênio do ar (via aeróbia), e outro que ocorre sem este oxigênio (via anaeróbia).



### *Fundamentos do processo de compostagem*

As substâncias resultantes da decomposição por via aeróbia são o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e produtos finais oxigenados (nitratos, sulfatos, etc.), havendo uma grande liberação de energia sob a forma de calor durante o processo.

Na compostagem anaeróbia, além de gás carbônico e água são produzidos o metano ( $\text{CH}_4$ ), a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e produtos finais parcialmente reduzidos (aldeídos, álcoois, etc.), ocorrendo uma liberação de energia durante a decomposição em intensidade menor que na compostagem aeróbia.

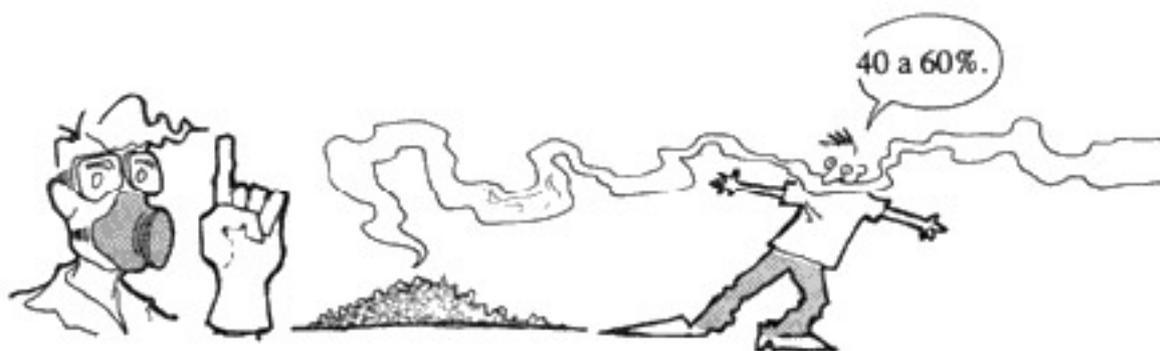
Por ser mais rápido e não exalar odores desagradáveis ou líquidos agressivos, o processo aeróbio de compostagem costuma ser preferido.

As “condições favoráveis”, ou melhor, os principais fatores que influem na atividade biológica para a decomposição da matéria orgânica, são:

*Teor de umidade* - Se não houver água em quantidade suficiente, a massa de lixo a compostar tenderá a secar, reduzindo a velocidade de decomposição e aumentando o tempo de compostagem.

Se o teor de umidade é muito alto, odores desagradáveis são produzidos, além de poder ocorrer uma percolação de nutrientes do composto pela elevada concentração de água. A compostagem nesta situação também ocorrerá lentamente.

O teor de umidade ideal para uma compostagem aeróbia está na faixa de 40 a 60%.



*Aeração* - No processo de compostagem aeróbia, se o teor de oxigênio é baixo os microorganismos aeróbios morrem e são substituídos pelos anaeróbios, os quais não decompõem a matéria orgânica com rapidez e ainda produzem maus odores.

Para se garantir, num processo aeróbio, a aeração necessária a toda massa de resíduos, é normalmente empregado o sistema de aeração forçada ou utilizados mecanismos para o revolvimento periódico como, por exemplo, pás mecânicas.

*Relação carbono-nitrogênio (C/N)* - Os microorganismos responsáveis pela compostagem necessitam de carbono para seu desenvolvimento e de nitrogênio para a síntese de proteínas.

No processo de compostagem há uma queda acentuada do teor de carbono, enquanto ocorre uma menor diminuição do teor de nitrogênio.

Em geral, a relação C/N ideal no início da compostagem deverá estar entre 30:1 e 35:1.

Um composto curado, isto é, em condições de ser empregado na agricultura deverá ter uma relação C/N menor ou igual a 18:1.

*Teor de fósforo e de potássio* - A presença destes dois elementos é necessária para o desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela compostagem.

A quantidade ideal de fósforo é de cerca de 20% do teor de nitrogênio, enquanto o potássio deverá ocorrer em nível de aproximadamente 8% do teor de nitrogênio.

*Substâncias tóxicas* - Manganês, cobre, zinco, níquel, cromo e chumbo são metais pesados que, ocorrendo sob determinada configuração química, podem inibir o processo de compostagem, já que são nocivos aos microorganismos.

Além destes fatores, existem outros que também influenciam o processo de compostagem, como a reação do meio (pH ácido ou alcalino), a presença no substrato a ser composto de macro e micronutrientes necessários ao metabolismo dos microorganismos e ainda a intensidade dos ventos.

## O composto orgânico derivado do lixo

O composto orgânico é um condicionador de solos exauridos, não devendo ser confundido com os fertilizantes químicos, embora possua em sua composição cerca de 60% em peso dos macro e micronutrientes necessários às plantas (nitrogênio, fósforo, potássio, etc.).

Entre suas propriedades, pode-se destacar:

melhoria da estrutura do solo, tornando-o poroso e agregando suas partículas que se transformam em grânulos;

- aumento da capacidade de absorção e retenção da água no solo,
- redução da erosão do solo causada pela água das chuvas;
- aumento da estabilidade do pH do solo;
- retenção dos macronutrientes impedindo seu arrastamento pela água das chuvas;
- formação de quelatos, ou seja, estruturas moleculares que aprisionam os micronutrientes (ferro, zinco, cobre, etc.) possibilitando sua absorção apenas pelas raízes das plantas;
- aumento da aeração do solo, necessária à respiração das raízes;
- melhoria da drenagem da água do solo;
- maior retenção do nitrogênio no solo.



O composto orgânico pode ser utilizado em qualquer tipo de cultura, associado ou não a fertilizantes químicos, em quantidades que variam em média de 5 a 50 t/hectare, em função da qualidade do solo.

Os processos aeróbios de compostagem possibilitam uma característica bastante importante ao composto orgânico resultante que é a eliminação de organismos patogênicos que porventura se encontrem no lixo. .

Isto se dá em virtude da elevação de temperatura da massa a compostar a até aproximadamente 70°C, durante quase todo o processo de decomposição.

## Recuperação de materiais do lixo urbano

O processo de compostagem deverá estar sempre que possível associado a um sistema de recuperação dos subprodutos recicláveis presentes no lixo.

Existem diversos processos para seleção desses materiais que, eventualmente, podem ser instalados de forma isolada ou associadas entre si, como por exemplo:

*Manual* - consiste na “catação” executada por trabalhadores ao longo de uma esteira transportadora, em uma mesa de madeira ou concreto ou mesmo no chão.

# Cartilha de Limpeza Urbana



*Peneiramento* - consiste na classificação dos subprodutos em função do tamanho através de peneiras rotativas ou vibratórias em plano inclinado.

*Separação gravimétrica* - efetua-se em função da diferença de massa entre os subprodutos utilizando-se esteiras oscilatórias inclinadas, separadores balísticos ou por ricochete.

*Separação magnética* - consiste na separação do material ferroso existente no lixo através de extrator eletromagnético ou tambor (também chamado polia) magnético.

Existem, ainda, outros processos de separação, tais como classificação ótica, via úmida e correntes elétricas induzidas, sendo em sua maioria procedimentos sofisticados, caros e de utilização um tanto ou quanto discutíveis.

Há que se considerar um outro fator importantíssimo: “No Brasil a mão-de-obra não qualificada necessitando de emprego é bastante numerosa”. Quando se pensar em um projeto de reciclagem, deve-se ter em mente uma utilização intensiva desta mão-de-obra.



A seleção manual é o processo que apresenta maior eficiência e até hoje não foi registrado nenhum prejuízo à saúde dos “catadores”.

Os equipamentos de segurança necessários muitas vezes se resumirão a apenas uniforme, botina e luvas do tipo “raspa de couro”.

## **Decisão pela implantação de uma usina de reciclagem**

A implantação de uma instalação de reciclagem, deve levar em conta os seguintes fatores:

-existência de mercado consumidor num raio de no máximo 200 km para absorção do composto orgânico;

# Cartilha de Limpeza Urbana

- existência de mercado consumidor para pelo menos três tipos de produtos recicláveis;
- existência de um serviço de coleta com razoável eficiência e regularidade;
- disponibilidade de área pelo Município suficiente para abrigar a instalação industrial, o local onde se processará a compostagem e o aterro que receberá os rejeitos do processo e o lixo bruto durante eventuais paralisações da usina;
- disponibilidade de recursos para fazer frente aos investimentos iniciais, ou então de grupos privados interessados em arcar com os investimentos e operação da usina em regime de concessão;
- disponibilidade, na Municipalidade, de pessoal com nível técnico suficiente para selecionar a tecnologia a ser adotada, fiscalizar a implantação da unidade e finalmente operar, fazer a manutenção e controlar a operação dos equipamentos eletromecânicos.



## Reciclagem como opção para tratamento e disposição do lixo urbano

Se as condições anteriores forem atendidas, serão necessários ainda os seguintes procedimentos:

### 1) Análise quantitativa e qualitativa do lixo produzido

Deverão ser levantados os seguintes dados:

- quantidade do lixo coletado e seu percentual em relação à estimativa do lixo total gerado;
- determinação geográfica dos principais centros geradores de lixo;
- análise gravimétrica dos componentes do lixo;
- análise do teor de umidade do lixo;
- análise físico-química (caso o Município tenha condição de realizá-la).



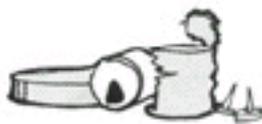
# Cartilha de Limpeza Urbana

## 2) Estudo de mercado para o composto orgânico e produtos recuperáveis

O objetivo deste estudo é identificar previamente o mercado existente e potencial para os diversos subprodutos a serem gerados pela usina de reciclagem.

Para tanto deverão ser definidos os materiais a serem separados do lixo, que normalmente são os seguintes:

- Papel e papelão;
- plástico duro (PVC, polietileno de alta densidade, PET);
- plástico filme (polietileno de baixa densidade);
- garrafas inteiras;
- vidro claro e misto
- metal ferroso (latas, chaparia, etc.);
- metal não-ferroso (alumínio, cobre, chumbo, antimônio, etc.);
- composto orgânico.



Deve-se também estimar a produção de cada um desses materiais para que o eventual comprador avalie com segurança seu interesse pelo produto e possa fixar um preço de compra.



Para um conhecimento prévio do mercado de produtos do lixo, é importante observar os aterros ou vazadouros em funcionamento.

Há catadores?

Que produtos são por eles separados?

Em que quantidade?

Quem os compra?

A que preço?

## 3) Seleção de área para instalação da unidade de reciclagem

A área ideal para se instalar a unidade deverá atender aos seguintes aspectos:

- ser suficiente para abrigar o setor de recuperação de materiais, a estação de compostagem e o aterro;
- possibilitar um rápido e fácil acesso aos veículos coletores, ser provido de água, energia e comunicação;
- estar próxima dos centros consumidores de produtos reciclados e de adubos orgânicos ou, então, nas

cercanias de estradas que possam escoá-los;

- estar situada em local que não incomode a população vizinha.

#### 4) Seleção da tecnologia mais adequada

Um fator deve ser bem considerado quando da escolha de tecnologia: o grau de mecanização e automatização.

Quanto maior for este grau:

- menor será a utilização de mão-de-obra na instalação;
- maior será o investimento inicial; maior será o custo de manutenção e operação;
- maior será a necessidade de emprego de pessoal técnico especializado;
- maior será o consumo de energia.

Num País como o Brasil, normalmente serão recomendáveis a utilização da separação manual dos materiais recicláveis, com exceção, talvez, do metal ferroso, e a compostagem em leiras a céu aberto, com reviramentos periódicos por meio de pá mecânica ou outro equipamento auxiliar.

#### 5) Análise dos custos de investimento e operação

Certos equipamentos encarecem muito a instalação e também os custos operacionais.

Por isso os benefícios que trazem ao processamento do lixo devem ser bem avaliados do ponto de vista econômico para orientar sua eventual utilização.

#### 6) Estudos de viabilidade econômica

Os dados mais importantes a serem analisados são:

- produção estimada e preço dos materiais reciclados e do composto orgânico;
- custo total de mão-de-obra (administrativa, operacional e da manutenção);
- custo total de energia e combustível ;
- custo com transportes (se houver) e equipamentos auxiliares (pás mecânicas, microtratores, etc.);
- despesas com manutenção;
- custo com depreciação de equipamentos;
- receitas indiretas, tais como:

- redução de custo de transporte de lixo bruto, que passa a ser vazado na usina em lugar do local para onde era anteriormente destinado;

- redução de custos com operação dos aterros, que passarão a receber menores quantidades de resíduos;

- outros benefícios, tais como: redução do tempo de coleta, recuperação de matérias-primas muitas vezes importadas, aplicação de mão-de-obra intensiva, absorção de tecnologia e melhoria das condições sanitárias e ambientais.



É difícil se conseguir um equilíbrio financeiro entre receitas e despesas em uma usina de reciclagem.

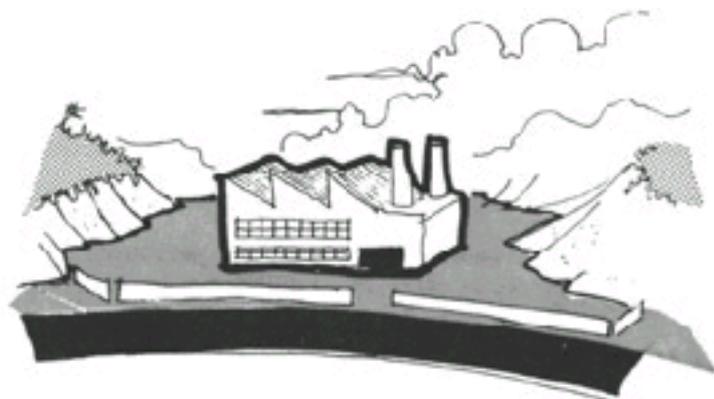
Os benefícios indiretos, as particularidades de cada instalação, as peculiaridades de cada cidade ou região e ainda a análise comparativa com outras alternativas é que determinarão a conveniência desta opção para o tratamento e disposição do lixo urbano.

## Características básicas de uma usina de reciclagem para cidades de pequeno e médio portes

O melhor caminho para se explicar tudo isto é através de um exemplo.

Assim, considere as seguintes situações:

- cidade de pequeno ou médio porte;
- coleta domiciliar operando regularmente;
- composição gravimétrica do lixo: acima de 20% em peso dos subprodutos recicláveis (papelão, plástico, metais ferrosos, metais não-ferrosos e vidros);
- teor de matéria orgânica do lixo: acima de 20%;
- indústrias próximas a cidade:
  - recuperação de papelão;
  - recuperação de plástico;
  - pequenas fundições;
  - indústria de bebidas;
  - área agrícola na periferia onde se cultivam hortigranjeiros ou culturas perenes.



Nesta situação poderia ser desenvolvido um projeto para instalação de uma usina de reciclagem com as seguintes características:

- baixo custo de investimento;
- utilização intensiva de mão-de-obra com baixa qualificação;
- uso de tecnologia simplificada que permita baixos custos de manutenção e operação;
- baixo consumo energético;
- compostagem em leiras a céu aberto.

Um projeto de concepção simples pode trazer um outro benefício ao Município, que é a utilização de indústrias locais para fabricação de boa parte dos equipamentos.

Os equipamentos auxiliares em uma usina podem ser:

- pá carregadeira;
- microtrator agrícola;
- veículo de carga leve com carroceria aberta;
- carrocinhas ou contenedores com rodízios para transporte de reciclados.

O projeto pode ser dividido de acordo com as fases de operação que são basicamente quatro:

- recepção do lixo coletado e seleção de materiais de grande porte;
- recuperação de materiais e trituração (se houver) do lixo;

- compostagem (ou cura);
- peneiramento do composto orgânico para comercialização, 60 ou 90 dias após o início da cura.

## **A incineração do lixo como opção de destinação final**

A incineração de lixo urbano em grandes quantidades não é recomendável para nosso País pois os investimentos e os custos operacionais para os incineradores de maior porte são muito elevados e exigem tecnologias sofisticadas. Entretanto pode ser um procedimento a se empregar em hospitais e centros de saúde e na eliminação de outros resíduos especiais, desde que operados corretamente e que sejam construídos com tecnologia adequada, além de licenciados pelo órgão de controle ambiental competente.

## 7. Organização e administração do serviço de limpeza urbana

### Organização

O sistema de limpeza urbana deve estar organizado de acordo com as peculiaridades da cidade ou região, apoiando-se em dados estatísticos, cadastros, plantas e outros instrumentos de controle que permitam sua atualização.

A organização do serviço é uma tarefa cujo desenvolvimento se fará basicamente em função do tamanho de cada cidade, ou seja, pelo número de habitantes se verificará o montante de serviços a executar, o que por sua vez indicará a estrutura organizacional a ser estabelecida.

Por ser uma atividade eminentemente técnica, a limpeza urbana deverá estar subordinada preferencialmente a Secretaria de Serviços Públicos ou de Obras.

O serviço deverá contar com o apoio, se possível, de um engenheiro, já que no dia-a-dia da limpeza urbana é comum a necessidade de aplicação de conhecimentos de mecânica, terraplenagem e outras técnicas.

Como nem todas as Prefeituras poderão atender a essa imposição técnica, em termos gerais pode ser estabelecida a seguinte orientação para cidades de menor porte:

- para cidades com menos de 10 mil habitantes, a limpeza urbana pode ficar sob a direção de um encarregado de seção (que pode ter outros encargos), com um mínimo de treinamento e acesso a informações, que devesse atuar como supervisor e “fiscal” rigoroso para o bom andamento dos serviços;
- para cidades com população na faixa de 10 mil a 40 mil habitantes, o ideal é que o encarregado do serviço seja pelo menos um técnico de nível médio, que deverá ser especialmente treinado através de cursos, estágios, etc.;
- para cidades entre 40 mil e 100 mil habitantes, o responsável pelo serviço terá problemas mais complexos a resolver dentro de sua rotina diária de trabalho, exigindo-se, neste caso, que o serviço seja chefiado por um técnico especializado em limpeza urbana, que poderá ser de nível médio, desde que esteja subordinado a um departamento de obras ou serviços públicos que conte com apoio técnico de um profissional de engenharia.



# Cartilha de Limpeza Urbana

Quanto maior for a cidade, maiores serão os problemas para o serviço de limpeza urbana e, portanto, mais ampla deverá ser a sua estrutura organizacional.

Nesse caso, a descentralização de atribuições torna-se imprescindível.

A limpeza urbana deveria ter uma estrutura para cidades de maior porte com, pelo menos, os seguintes setores específicos:



- Setor de administração: responsável pelas tarefas relativas a expediente, protocolo, arquivo, comunicação, controle de material, pessoal, além de auxiliar na preparação e divulgação de regulamentações e posturas, bem como promover campanhas de educação sanitária junto à população.



- Setor técnico: encarregado de efetuar estudos, projetos e pesquisas no campo da limpeza urbana.



- Setor de coleta e limpeza: responsável direto pela execução e fiscalização destes serviços, pela implantação de metodologias desenvolvidas pelo setor técnico e pela utilização de pessoal e material, em face dos serviços rotineiros ou ocasionais.



- Setor de transporte: tem como atribuição a distribuição, operação e manutenção da frota de veículos e equipamentos, constituindo-se, portanto, no suporte de todas as atividades operacionais do sistema de limpeza urbana.



- Setor de destinação do lixo: sua atribuição é dispor coletados.

Outras formas de organizar um serviço de limpeza pública serão determinadas em função das características e recursos humanos e financeiros de cada cidade.

De qualquer forma, organizados em grandes ou pequenas estruturas, diferenciados ou agrupados, todos os setores anteriormente descritos deverão existir, ainda que pensados e planejados por um único homem, pois são eles que formam o conjunto da organização de um sistema de limpeza urbana.

## Suporte financeiro

Manter uma cidade limpa não é uma tarefa fácil para as Prefeituras. Muito dinheiro é gasto para que os serviços sejam executados a contento e, como se sabe, os recursos financeiros, hoje em dia, são cada vez mais escassos. Torna-se necessário, portanto, arranjar algum meio que possibilite ao Município enfrentar a situação

A própria Constituição Federal indica a taxa como sendo um instrumento de remuneração possível para retribuição pelo serviço prestado.

Outra possibilidade de obtenção de recursos é a instituição de tarifas.

## **Taxa**

Como todo tributo, a taxa, por exigência constitucional, somente pode ser estabelecida por intermédio de lei.

Um elemento que normalmente causa controvérsia ao se estabelecer a cobrança de uma taxa para suporte de qualquer serviço é a base de cálculo, isto é, a grandeza utilizada para chegar-se ao valor do tributo.

A doutrina tem recomendado a adoção de elementos físicos do imóvel, como a testada, a área, etc., como meio de se determinar a base de cálculo. O Judiciário, no entanto, tem frequentemente decidido que esses indicadores não podem servir como critério porque são utilizados para se obter o valor venal do imóvel, base de cálculo do imposto predial e territorial urbano - IPTU, o que é vedado constitucionalmente (art. 145, § 2º). A alternativa que se propõe é a utilização da unidade fiscal ou valor de referência utilizado pelo Município e, sobre ele, aplicar-se a alíquota fixada em lei.

A lei municipal que estabelecer a cobrança da taxa deve ser bastante clara quanto ao sistema de cálculo e quanto ao pagamento, dispondo se este será feito de uma só vez ou em parcelas e, neste caso, se serão mensais, trimestrais, etc.

Outro aspecto importante é o fato gerador, ou seja, a condição necessária e suficiente para que o tributo possa ser cobrado.

Normalmente, as Prefeituras cobram um percentual referente a limpeza pública embutido na taxa de serviços diversos. Isto não impede que se cobre uma taxa para a coleta de lixo, já que se trata de atividade diferente daquela.

Detalhes como este devem ser observados com atenção pois representam em muitos casos a saída que a Prefeitura tem para enfrentar os custos elevados da limpeza urbana.

## **Tarifa**

A tarifa não é enquadrada como tributo, mas sim como uma receita auferida em função do preço estabelecido para algum serviço prestado.

Um aspecto todavia aparece como forte argumento contra a instituição da tarifa na limpeza urbana: a natureza voluntária ou contratual que o preço confere ao serviço.

Em outras palavras: o usuário é quem decide se vai querer pagar ou não pelo serviço prestado

É o que ocorre por exemplo no caso da energia elétrica. Se você não quer usufruir do serviço, a concessionária interrompe o fornecimento.

Mas como deixar de atender a algum domicílio nos serviços de limpeza urbana?

Além de ser operacionalmente muito difícil, não realizar o serviço de quem não quer pagar irá trazer conseqüências prejudiciais ao vizinho que é contribuinte (mau cheiro, proliferação de vetores de doenças, etc.).

Que atividades seriam então passíveis de cobrança de tarifas dentro da limpeza urbana?

# Cartilha de Limpeza Urbana

As atividades de interesse específico por parte de pessoas físicas e jurídicas, efetuadas em imóveis particulares ou pertencentes à União ou aos Estados, tais como:



Isto pode representar uma boa maneira da limpeza urbana utilizar ao máximo o seu potencial de equipamento e mão-de-obra para conseguir algum recurso financeiro adicional.

Um cuidado especial deve ser tomado: programar corretamente estas atividades complementares para que não interfiram no objetivo principal para o qual o serviço de limpeza urbana é prestado.

## Conclusão

Como instrumentos de remuneração, a taxa e a tarifa nem sempre são capazes por si só de dotarem o órgão de limpeza urbana dos recursos necessários a prestação de um bom padrão de serviços.

Apenas o orçamento poderá assegurar a alocação de recursos específicos para este fim.

Para tanto torna-se necessário um levantamento de todas as despesas e a previsão das receitas decorrentes dos serviços prestados, através do emprego de métodos e critérios adequados.

## Integração com a comunidade

### Aspectos gerais

Até a promulgação da Constituição Federal de 1988 era comum a tomada de decisão por parte dos administradores sem procurar saber dos anseios da população em relação ao problema: é a chamada solução de “cima para baixo”.



A participação da comunidade na limpeza urbana restringia-se quase sempre a reclamações e críticas aos responsáveis pelo serviço ou à Administração Municipal.

Por que a população deve ser ouvida modelo de caminhão coletor para aumentar a frequência do serviço?

Ora, pode ser que mais importante que isso seja a implantação do serviço de coleta numa área situada em cota elevada utilizando-se carroça puxada por animais.

E não é difícil de se entender esta opção.

Basta lembrar que o lixo não recolhido nestes locais invariavelmente irá ter às áreas baixas servidas pela coleta.

Outro aspecto importante da participação da comunidade está na conservação da limpeza nos logradouros públicos.

Vale aqui repetir-se a frase:

“Mais importante que limpar é não sujar!”



O usuário do serviço é, também, o responsável pela geração e acondicionamento do lixo a ser coletado.

Isto tudo serve para demonstrar o papel decisivo de cada habitante na busca da melhor solução, principalmente em se tratando de limpeza urbana.

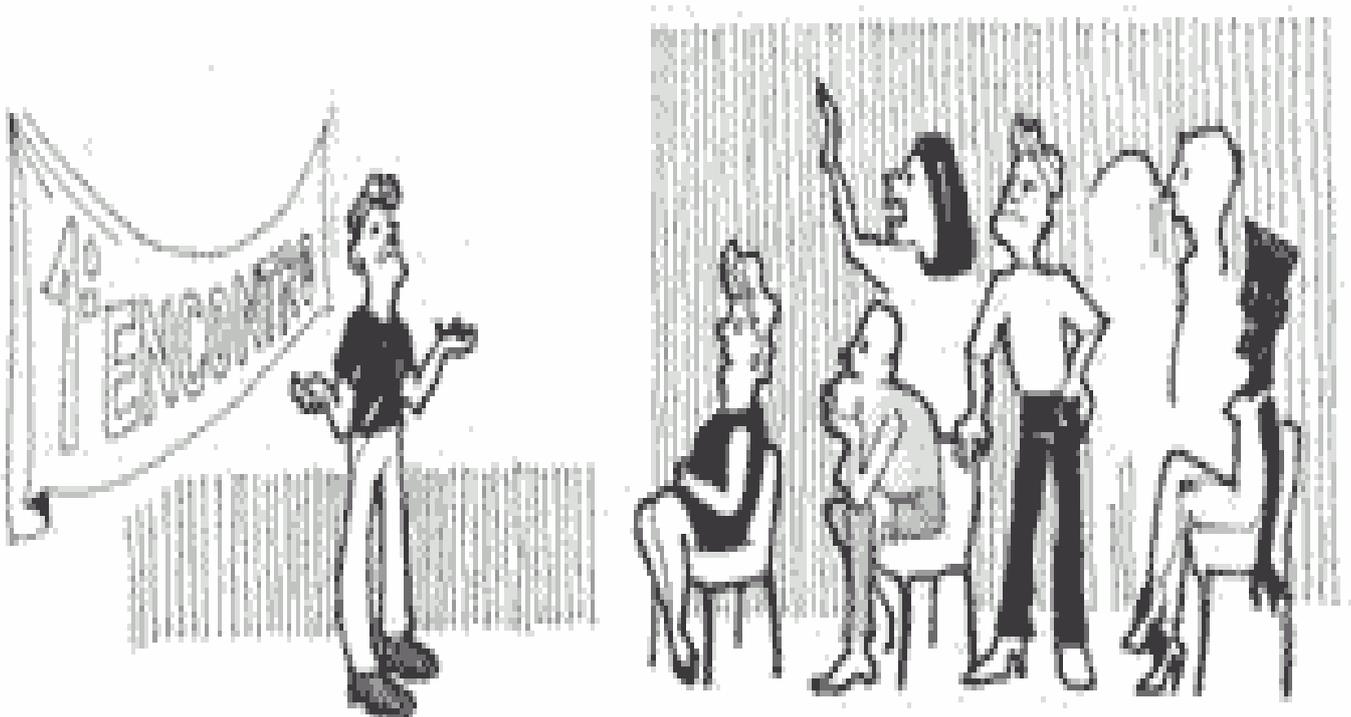
## Formas de comunicação

É preciso buscar formas de comunicação capazes de mobilizar cada comunidade para uma participação efetiva no cotidiano da limpeza urbana, seja através de associações de moradores, clubes de serviço (Rotary, Lions, etc.) ou associações comerciais.

O ideal é iniciar uma campanha de “impacto” que desperte a consciência da população para o problema.

Isto pode ser feito veiculando-se anúncios através de rádio, jornal, cartazes de rua, literatura de cordel e, em cidades maiores, até na televisão.

A realização de debates, palestras ou conferências em escolas, clubes e outras entidades associativas são também importantes. Mas de nada valerão estes esforços se não houver continuidade do programa.



Além de conscientizar é preciso mobilizar a comunidade, e isto somente será possível se forem mantidas campanhas permanentes.

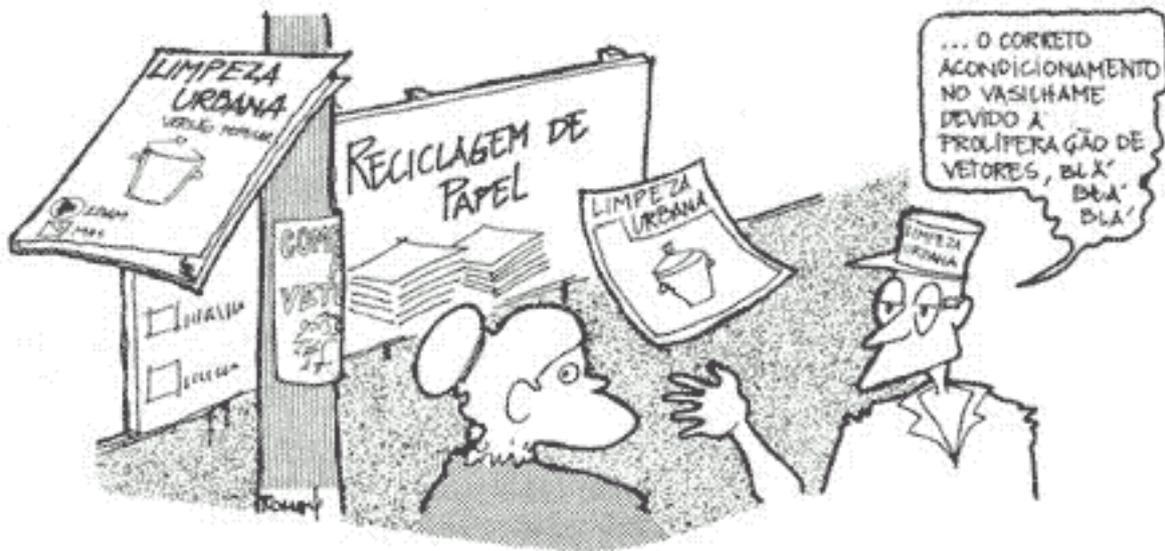
A realização de eventos do tipo Semana do Gari são eficientes neste tipo de comunicação, atingindo um outro aspecto fundamental que é a valorização profissional do trabalhador da limpeza urbana.

Campanhas educativas podem ser desenvolvidas junto as escolas do Município.

# Cartilha de Limpeza Urbana

Não se pode deixar de utilizar o elemento que talvez seja o mais direto no contato com a população: O próprio gari.

A distribuição de circulares, folhetos e a própria conversa do gari (desde que devidamente preparado) com a população devem ser procedimentos utilizados sempre que possível.



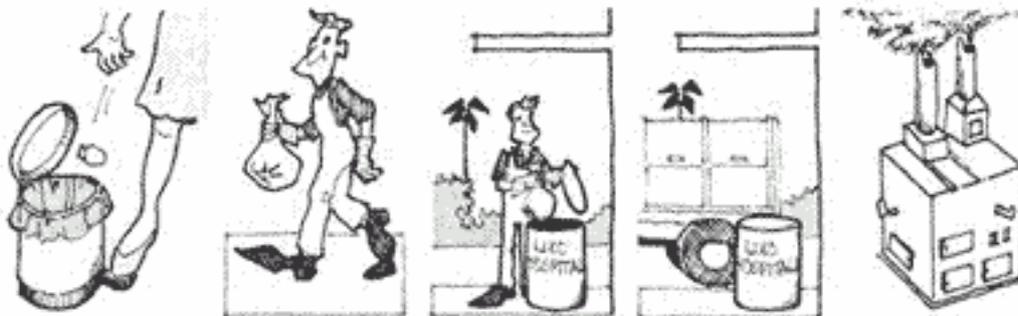
## 8. Situações especiais

### Hospitais e demais unidades de trato de saúde

Os resíduos sólidos produzidos nestes locais requerem providências bastante particularizadas desde o seu acondicionamento até a disposição final.

Atualmente, muitos técnicos consideram que o procedimento ideal para este caso é:

- o acondicionamento do lixo, no momento de sua geração, em recipiente metálico ou de plástico rígido, padronizado, guarnecido por saco plástico de cor branca leitosa e que atenda as demais especificações da NBR-9191 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- o transporte interno dos resíduos acondicionados deverá ser feito por meios manuais ou mecânicos, obedecidos os requisitos de segurança de forma a não proporcionar o rompimento do acondicionamento e evitando-se o trânsito por locais de maior potencial de risco;
- a colocação, por funcionário treinado do próprio estabelecimento, dos sacos plásticos contendo os resíduos dentro de contenedores providos de tampa, em local na área externa, adequadamente protegido e de fácil acesso ao pessoal da coleta;
- a remoção e transporte do lixo acondicionado nos sacos plásticos em veículo coletor específico, fechado e sem compactação, até o local de disposição final;
- a queima do lixo em incinerador adequadamente projetado, a alta temperatura e o respeito à legislação ambiental no que se refere à liberação dos gases da combustão para a atmosfera.



Pode-se perceber que atender a toda estas condições ideais é uma tarefa difícil de ser cumprida por grande parcela dos Municípios brasileiros, tendo em vista especialmente:

- a falta de informação técnica sobre o assunto;
- a inexistência de incineradores em muitos hospitais e casas de saúde, tanto particulares como governamentais, devido ao alto custo de instalação, operação e manutenção de tais equipamentos;
- a impossibilidade, por parte de muitos órgãos de limpeza urbana, de manter um veículo exclusivo para a coleta desses resíduos, principalmente em cidades com poucas unidades hospitalares.

Entretanto, o administrador não pode recuar diante de tais dificuldades. Tem de inventar saídas. Alguns cuidados mínimos podem ser tomados, como por exemplo:

- no interior das unidades de trato de saúde, acondicionar os resíduos em recipientes metálicos ou de plástico rígido guarnecidos com sacos plásticos resistentes e bem fechados;

- transferir os sacos plásticos com lixo para tambores de 200 litros (por exemplo), providos de tampa fixa por presilhas e alças, a serem colocados na área externa para a coleta;
- providenciar nos tambores a inscrição “LIXO HOSPITALAR” , para que não sejam utilizados para outros fins;
- fornecer luvas ao pessoal da coleta;
- transportar o lixo até o destino final dentro dos próprios tambores, o que permite a utilização de veículo não específico para esta atividade;
- dispor de recipientes de reserva para troca pelo recipiente cheio por ocasião da coleta, procedimento similar ao adotado na comercialização de gás de botijões;
- dispor os resíduos no aterro, utilizando-se de procedimentos similares aos abordados no capítulo 6.

O uso de fornos simples, construídos em alvenaria, vem sendo admitido como solução para cidades menores, por órgãos como a FNS. Entretanto, alguns dos modelos instalados apresentam diversos inconvenientes (poluição atmosférica, limitação do uso para apenas parcela dos resíduos hospitalares gerados, entre outros), parecendo-nos mais prudente, a adoção da solução do aterramento, em locais com características de solo e hidrologia adequados, dentro de lotes especiais no próprio aterro controlado ou sanitário.

Como forma de reduzir o volume de lixo a merecer tais cuidados especiais, recomenda-se sempre que possível a separação do lixo realmente patogênico daquela fração similar ao lixo domiciliar gerada nos setores administrativos e de apoio dos hospitais.

## Coleta em locais de difícil acesso

Esta é uma situação familiar a todas as cidades brasileiras: a população de renda mais baixa ocupa morros, mangues ... Lugares onde o acesso é difícil. Os veículos empregados normalmente na limpeza urbana costumam ser impróprios para operar nessas áreas. A consequência imediata é o despejo do lixo produzido em encostas, valas, cursos de água. Nem é preciso destacar a inconveniência disso mas, mesmo precária, costuma existir nestas comunidades a prática de acondicionamento nas residências onde o lixo é produzido. Porém, a falta de coleta domiciliar torna o esforço inútil.

Para enfrentar o problema, costuma-se escolher determinados locais para a acumulação dos resíduos produzidos por moradores das cercanias. São os chamados “pontos de lixo”, que tem de ser acessíveis aos veículos coletores e devem ser providos de algum tipo de acondicionamento.

Normalmente, são utilizados contenedores do tipo Dempster ou Brooks, por possibilitarem maior facilidade e rapidez à coleta, porém a capacidade limitada desses recipientes gera, quase sempre, um acúmulo de resíduos no chão entre os intervalos de coleta. A eficiência acaba comprometida.

Outro aspecto que deve ser observado quando da adoção de caixas Dempster ou Brooks é o espaço para a operação de troca destes recipientes. O local deve permitir que o veículo coletor deixe um contenedor vazio e retire o que esta cheio.



# Cartilha de Limpeza Urbana

As “lixeiros comunitárias”, construídas em alvenaria, podem ser uma boa opção, conseguindo-se assim o armazenamento de um maior volume de lixo.

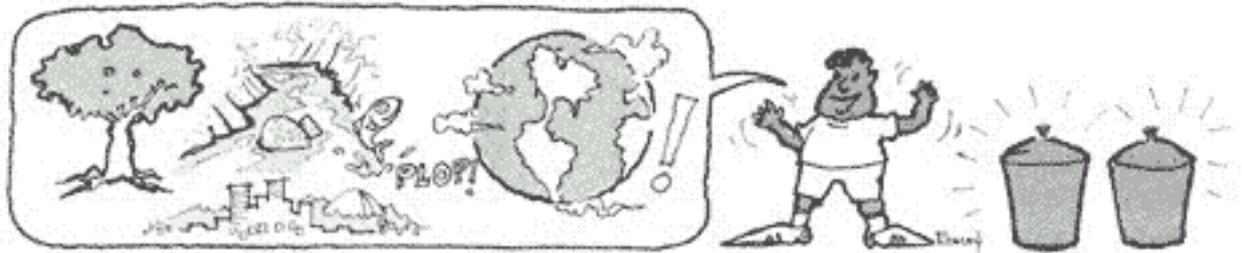
Em locais de topografia muito acidentada podem ser utilizadas calhas construídas em alvenaria. Através delas, o lixo produzido nos pontos mais altos cai até um lugar que permita o acesso do veículo coletor, que retiraria o material acumulado em lixeiras ou contenedores. Para funcionarem corretamente, estas calhas devem possuir uma inclinação mínima de 60°.

Os procedimentos apresentados não devem ser tomados como únicos ou definitivos para a solução do problema. São apenas um ponto de partida. Servem como sugestões que devem se adaptar a cada Município.

## Coleta seletiva

A coleta seletiva consiste na separação dos materiais reaproveitáveis presentes no lixo ainda na fonte geradora (residências, escritórios, etc.), antes da operação de coleta.

O grande ganho da coleta seletiva está na conscientização da população para as questões sanitárias e de preservação ambiental, uma vez que sua atuação desenvolverá formas corretas de acondicionamento do lixo, assim como meios de poupar fontes de recursos naturais não renováveis.



O lixo costuma ser separado basicamente em dois grupos:

- o lixo orgânico ou úmido - folhas de árvores, restos de comida em geral, etc.;
- o lixo inorgânico ou seco - papel/papelão, metais, vidros, plásticos, madeira, cerâmicas, etc.



Dependendo do local onde se estiver implantando esse tipo de coleta e da motivação da comunidade, o lixo inorgânico podem ainda ser separado de acordo com a incidência dos diversos resíduos como, por exemplo,

papel/papelão, vidros, plásticos e metais. Convém lembrar, no entanto, que a coleta seletiva envolve alguns investimentos iniciais:

- requer do usuário vários recipientes para o acondicionamento dos diversos tipos de lixo, separadamente;
- requer equipamento coletor que permita a coleta dos materiais recicláveis;
- requer local para a estocagem do lixo reciclado para posterior comercialização.

Operacionalmente alguns valores adicionais deverão ser considerados de acordo com a sobreposição de roteiros que poderão ocorrer em casos de alguns moradores não se mobilizarem para a implantação do programa.

Várias experiências de coleta seletiva tem sido aplicadas, a partir da iniciativa de agentes diferentes. Verificam-se casos em que a iniciativa é de comunidades mais esclarecidas (ate mesmo condomínios fechados), outros de comunidades faveladas, a partir de graves problemas ambientais e outros ainda liderados pelo Poder Público.

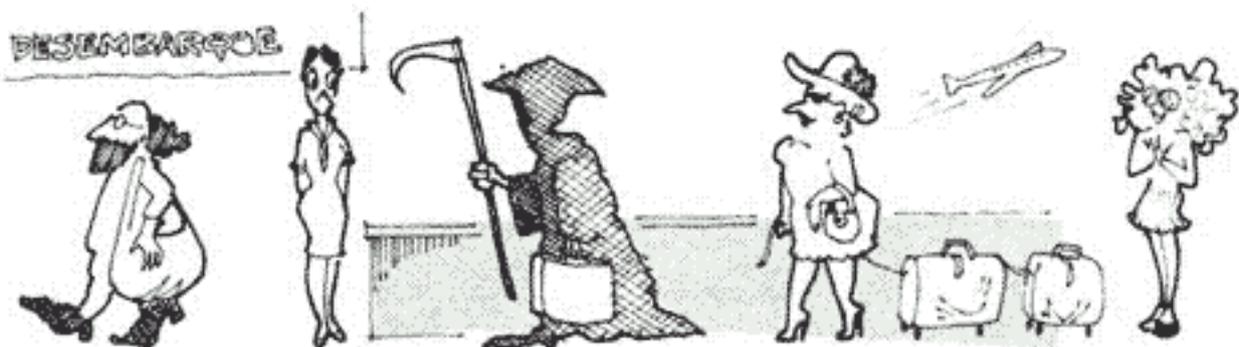
Nesse método, caberá ao usuário separar os diferentes tipos de lixo. Em vista disso, a conscientização da comunidade é fundamental pois, cabe a ela a parte mais importante desse processo: a seleção dos resíduos. Para tanto, Governo e comunidade devem trabalhar lado a lado.

## **Resíduos sólidos gerados em portos, aeroportos e indústrias**

Não são só os hospitais e casas de saúde que merecem cuidados sanitários especiais na manipulação do lixo gerado. Unidades portuárias, aeroportos e indústrias também merecem bastante atenção.

O lixo gerado em terminais portuários e aeroportos pode ser muito perigoso.

Nestes lugares, além de pessoas e mercadorias, podem também “desembarcar” doenças “importadas” de outros países.



Há órgãos especializados do Ministério da Saúde que atuam através de fiscalização rigorosa. O sistema deve ser complementado por uma atuação eficiente da entidade que cuida dos serviços de limpeza urbana que, dependendo da natureza de utilização destas unidades, pode implantar procedimentos operacionais similares àqueles apresentados no primeiro ítem deste capítulo.

Quanto ao lixo industrial, existe uma enorme diversidade de tipos, cada um com suas características particulares. Por isso, fica impossível indicar uma forma universal de acondicionamento que sirva para qualquer resíduo. É necessário conhecer bem o material para que se possa definir o recipiente que deverá

contê-lo, bem como os procedimentos para seu correto manuseio, transporte e disposição final.

Em quase todos os Estados do Brasil existem órgãos estaduais de controle ambiental, integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), vinculado à Secretaria Especial de Meio Ambiente da Presidência da República (SEMAM). Caso o seu Município tenha algum problema relativo a lixo industrial, é indispensável consultar os especialistas.

Finalmente, resta-nos lembrar que os resíduos industriais, em princípio, não devem ser removidos e destinados obrigatoriamente pelo serviço de limpeza urbana, exceto nos casos de pequenos geradores de resíduos não perigosos, com características similares ao tipo domiciliar. O Código de Posturas ou outro instrumento legal deverá definir a questão.

## Bibliografia

---

- CATANHEDE, Álvaro Luiz G., MELO, Regina Maria S. Evolução das características do lixo na cidade do Rio de Janeiro nas décadas de 60 a 80. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11., 20/25 set. 1981, Fortaleza. Rio de Janeiro: COMLURB, 1981. 65p.
- \_\_\_\_\_, SÁ, Fernando A. Paraguassú de, CHLEBNICEK, Tomás. Aterro experimental de lixo - documento final. Rio de Janeiro: COMLURB, 1979. 73f. il.
- FUNDAÇÃO SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA, Rio de Janeiro. Manual de saneamento. 2. ed. Rio de Janeiro, 1981. 255p. il.
- HADDAD, José Felí. Disposición final de residuos solidos: version preliminar. Rio de Janeiro: COMLURB, 1981. 71p il. mimeo.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL, Rio de Janeiro. Laboratório de Administração Municipal. Manual de limpeza pública. Rio de Janeiro, 1973. 115p. il.
- LEITE, Luiz Edmundo Horta Barbosa da Costa, MONTEIRO, José Henrique R. Penido. Recuperação de materiais recicláveis existentes no lixo urbano. Rio de Janeiro: COMLURB, 1979. 54f. il.
- \_\_\_\_\_, REIS FILHO, Abelardo, SALDANHA, Paulo de Castro. Determinação de parâmetros de projeto e dados operacionais para execução de aterros sanitários. Rio de Janeiro: COMLURB, 1979. 31f. il.
- LIMA, O. Gonçalves de, KITOVER, Jaime. Aproveitamento do lixo da cidade do Recife. Recife: Prefeitura Municipal, 1962. 105p.
- MAGALHÃES, Antonio Fernando N. Coleta domiciliar: aspectos operacionais. [s.l. : s. n.], [19..?]. 53 f. il. xerox.
- \_\_\_\_\_, Limpeza de logradouros. [s.l: s n.], [19..?]. 50f. il. xerox.
- MANSUR, Gilson Leite, MONTEIRO, José Henrique R. Penido. Sistemas alternativos para a limpeza urbana. Apostila do Curso de Limpeza Pública, 6-9 ago. 1990, Curitiba. Rio de Janeiro: IBAM:ENSUR/Fundação Hanns-Seidel, 1990. não paginado. xerox.
- \_\_\_\_\_, Viabilização econômica dos serviços de limpeza urbana. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1989. 40p.
- MONTEIRO, José Henrique R. Penido. Recuperacion semimecanizada de materiais; manual de instruccion. Version preliminar. Rio de Janeiro: COMLURB, 1982. 49p. il. mimeo.
- MONTEIRO, José Henrique R. Penido, MANSUR, Gilson Leite. Limpeza de logradouros. Apostila do Curso de Limpeza Pública, 6-9 ago., Curitiba. Rio de Janeiro: IBAM/ENSUR/Fundação Hanns-Seidel, 1990. não paginado. xerox.
- \_\_\_\_\_, Projeto de usina de reciclagem e compostagem para cidades de pequeno e médio porte. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13., 18/23 ago. 1985, Maceió. Rio de Janeiro: COMLURB, 1985. 43p.

PINTO, Mario da Silva (coord.). A coleta e disposição do lixo no Brasil. Rio de Janeiro: FGV, 1979. 227p.il.

RIO DE JANEIRO (cidade). Companhia Municipal de Limpeza Urbana. Normas técnicas da COMLURB. Rio de Janeiro, 1977. 123f. il.

SÁ, Fernando A. Paraguassú de. Veículos e equipamentos para coleta e limpeza. Rio de Janeiro: OPS/OMS, 1985. 43p.il

\_\_\_\_\_, LEITE, Luiz Edmundo Horta Barbosa da Costa. Sistema de tratamento e disposição do lixo na cidade do Rio de Janeiro - usina de reciclagem Eng<sup>o</sup> Luiz Eduardo Bahia. Rio de Janeiro: COMLURB, 1978, 77f. il.

SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Limpeza pública. São Paulo, 1980. 125p. il.

\_\_\_\_\_, Universidade. Faculdade de Higiene e Saúde Pública. Lixo e limpeza pública. São Paulo, 1969, paginação irregular.

\_\_\_\_\_, Unversidade. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. Resíduos sólidos e limpeza urbana. São Paulo, 1973. paginação irregular. il.

SENGÉS, Gastão Henrique. Limpeza urbana: métodos e sistemas. Rio de Janeiro: INAM, [1969?]. 11p.