

# Administração e aproveitamento dos resíduos sólidos de Palmital (\*)

Vilma Maria Cavinatto (1) Antonio B. Ghekas, Carlos Tannenbaum, Lusanselmo O. Cinachi, Mari Satake, Ricardo H. Ribeiro, Rolando Piala Jr., Rosvaldo Catino, Sonia A. Speglich e Cesar Valdez Agarelli (2)

## 1 Introdução

A maioria das cidades brasileiras considera como prioridade básica, dentro dos serviços de saneamento urbano, a remoção e o transporte do lixo, sem, contudo, dar ênfase a uma forma adequada de disposição desses resíduos.

Os depósitos de lixo a céu aberto frequentemente causam danos à população, seja através de animais transmissores de doenças que são atraídos ao local seja pela poluição dos ambientes naturais.

O Instituto Mauá de Tecnologia, através de convênio firmado com a Prefeitura de Palmital, em 1982, desenvolveu trabalho de pesquisa na cidade com o objetivo de propor uma alternativa adequada para a disposição dos resíduos sólidos, levando em consideração as circunstâncias locais, econômicas e sociais da comunidade.

(\*) Trabalho realizado através do Escritório-Piloto da Escola de Engenharia Mauá.

(1) Professora do Departamento de Engenharia Sanitária da EE/Mauá.

(2) Alunos de Curso de Graduação em Engenharia Sanitária da EE/Mauá.

### Divisão Especial Escritório-Piloto de Engenharia

O EPE-Escritório-Piloto de Engenharia nasceu de uma ação conjunta de professores e alunos do Departamento de Engenharia Civil, em 1980, com o objetivo de prestar serviços gratuitos a entidades carentes e também às prefeituras do Estado.

Com esta linha de ação abria-se um novo horizonte para alunos, professores e também para entidades solicitantes. Aos alunos estava assegurado o estágio supervisionado — exigência curricular do MEC — aos professores a possibilidade de dinamizar e atualizar os cursos a serem ministrados, e, finalmente, as entidades solicitantes passariam a ter seus problemas solucionados com alto índice técnico e a custos relativamente baixos.

A partir de 27/10/83, o EPE passou a constituir uma Divisão do Centro de Pesquisas do IMT-Instituto Mauá de Tecnologia, sob o nome de Deepe-Divisão Especial Escritório-Piloto de Engenharia.

A Deepe procura atuar, sobretudo, em áreas das prefeituras que necessitem de obras, cujas verbas são insuficientes para a elaboração de projetos. Para que estas atividades tenham êxito, é necessário que cada prefeitura arque com as despesas de transporte e alojamento das equipes técnicas que executam trabalhos de campo, bem como bolsas aos estagiários que participam do projeto. A responsabilidade técnica pelos serviços executados cabe a um profissional devidamente habilitado na forma prevista na legislação vigente.

Como instrumento de controle das atividades da Deepe, bem como da Prefeitura, deve ser celebrado entre ambos um documento que regularmente todas as atividades a serem executadas.

Através do levantamento de dados *in loco* foi possível fazer o diagnóstico da situação dos serviços de limpeza pública, bem como a estimativa da produção de lixo até o ano 2000.

Com base nesses dados, foram propostas duas alternativas para disposição final dos resíduos, consideradas técnica e economicamente viáveis: aterro sanitário e usina de compostagem pelo método artesanal.

## 2 Características do Município

O Município de Palmital, localizado a sudoeste do Estado de São Paulo, região administrativa de Marília, possui área de 523 km<sup>2</sup>. Segundo o censo demográfico de 1980, realizado pelo IBGE, a população é formada por 17.355 habitantes, dos quais 11.110 (64%) estão concentrados no perímetro urbano.

A agricultura, que constitui a principal atividade do município, é bastante diversificada, sendo café, trigo, soja e cana-de-açúcar as culturas mais representativas.

O cadastro municipal indica que as indústrias se concentram basicamente na produção de cerâmicas e aguardente.

O comércio na região é pouco expressivo, visando apenas ao atendimento das necessidades básicas locais.

## 3 Aspectos dos Serviços de Limpeza Pública

Os serviços de limpeza pública da cidade estão a cargo da Prefeitura Municipal, cuja execução engloba as seguintes etapas:

### 3.1 Coleta regular de lixo:

É responsável pela remoção de resíduos residenciais, comerciais, industriais hospitalares e resultantes da varrição (tabela 1).

### 3.2 Coleta especial:

É destinada a recolher entulhos de obras de construção civil.

### 3.3 Destinação final:

Os entulhos removidos pela coleta especial são utilizados pela Prefeitura em obras de reparos de vias públicas. A disposição dos resíduos provenientes da coleta regular é feita em terreno de 24.200 m<sup>2</sup>, situado a 2 km da cidade. O depósito de lixo, exposto a céu aberto, é frequentado diariamente por catadores à procura de materiais reaproveitáveis.

## 4 Projeção da População e da Produção de Lixo

Com base nos dados obtidos através do IBGE, que realiza censo demográfico no local desde 1950 (tabela 2), foi traçada a curva populacional representada no gráfico 1.

A tabela 3 expressa a estimativa populacional e a produção de lixo até o ano 2000. Considerou-se nos cálculos o valor de 0,5 kg como sendo a quantidade diária de lixo produzida por habitante.

## 5 Propostas para os Serviços de Limpeza Pública

Foram analisadas algumas propostas consideradas viáveis dentro do contexto sócio-econômico do Município:

### 5.1 Acondicionamento do lixo

Devido ao acondicionamento dos resíduos sólidos ser feito em baldes e latas, acarretando problemas de ordem estética e sanitária, recomenda-se que a comunidade adote o uso de sacos plásticos, separando, de preferência, os detritos orgânicos dos demais rejeitos.

### 5.2 Coleta e transporte

Embora a coleta regular do lixo seja realizada diariamente em todas as ruas da cidade, verifica-se que a circulação do veículo não obedece a horários e trajetos predeterminados. Portanto, a elaboração de um planejamento adequado evitará gastos desnecessários

**Tabela 1 — Quantidade de lixo removida pela coleta regular (Ano: 1982)**

| Resíduos                            | Quantidade          |             |
|-------------------------------------|---------------------|-------------|
|                                     | m <sup>3</sup> /dia | t/dia       |
| Residencial, Comercial e Industrial | 29,43               | 5,02        |
| Resultantes da Varrição             | 6,12                | 1,04        |
| Hospitalar                          | 0,45                | 0,08        |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>36,00</b>        | <b>6,14</b> |

**Tabela 2 — Dados populacionais (Fonte: IBGE — censo demográfico)**

| Ano  | População Urbana |
|------|------------------|
| 1950 | 0                |
| 1970 | 8.429            |
| 1980 | 11.100           |

de combustível, além de orientar a população quanto ao horário da coleta, para que o lixo permaneça nas calçadas o menor tempo possível.

### 5.3 Destino final

No que se refere ao destino final dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Palmital, expõe-se à apreciação o estudo comparativo de técnicas de incineração, aterro sanitário e usina de compostagem.

#### 5.3.1 Incinerador

A instalação de uma usina incineradora requer uma quantidade apreciável de resíduos para compensar os elevados custos de investimento e manutenção. A execução do projeto no Município em estudo torna-se economicamente inviável, pois a quantidade de lixo gerada na localidade é de apenas 6,15 t/dia.

#### 5.3.2 Aterro sanitário

Apesar de ser um método relativamente simples e econômico, alguns aspectos devem ser analisados para a implantação de um aterro sanitário em Palmital.

a) Local: Para a execução de um aterro sanitário, poderá ser utilizado o mesmo local onde se situa o lixão, pois a distância até a cidade é de apenas 2 km, além de inexistirem recursos hídricos nas suas proximidades, o que poderia acarretar problemas de impacto ambiental.

b) Dimensionamento da área: Para efeito de cálculos, foram considerados apenas os resíduos provenientes da coleta regular que são atualmente dispostos no lixão. Os entulhos recolhidos pelos veículos de coleta especial são utilizados pela Prefeitura Municipal em obras de reparos na cida-

de. Com base na estimativa populacional e na produção de resíduos sólidos, verifica-se que o total de lixo acumulado até o ano 2000 será de  $2,0 \times 10^5$  m<sup>3</sup>.

Segundo dados obtidos experimentalmente, a compactação dos resíduos sólidos deve ser da ordem de 50%, o que reduzirá o volume do lixo a  $1,0 \times 10^5$  m<sup>3</sup>.

Considerando-se que a área disponível é de 24.200 m<sup>2</sup> e que o espaço ocupado atualmente pelos resíduos é pequeno, devido à queima diária dos mesmos, será necessário fazer uma escavação de 4 m de profundidade para que o local comporte todo o lixo produzido até o ano 2000. Segundo recomendações técnicas citadas por Luz (1981), as células devem ter uma altura variável de 2 a 4 m; portanto, poderão ser feitas duas camadas de células de aproximadamente 2 m de altura cada uma. Devido ao fato de existir uma depressão de 6 m de profundidade em parte do terreno, recomenda-se que na eventual execução do aterro o projeto tenha início nesse ponto.

A terra resultante da escavação poderá ser utilizada na cobertura das células ou ser empregada em obras de construção e reparo.

c) Equipamentos e mão-de-obra: Dentre os equipamentos necessários à construção do aterro, a Prefeitura Municipal não dispõe apenas do trator-esteira. No entanto, sua aquisição torna-se dispendiosa, devido à pequena quantidade de lixo produzida pela comunidade, pois, para cobrir os custos elevados do veículo, em torno de 5.500 ORTNs, seria necessária uma produção diária de 40 a 50 t de resíduos. Porém, deve-se ressaltar que, além do aterro sanitário, o trator-esteira pode ser utilizado na execução de inúmeras outras atividades no Município. Outra possibilidade seria o aluguel do equipamento. Na inviabilidade dessa alternativa, pode-se simplificar o esquema de operação, utilizando o tra-

tor de pneus do tipo **extra deep tread**, com o intuito de se conseguir uma vida útil mais longa, uma vez que nesta aplicação os pneus ficam sujeitos a cortes e perfurações. A desvantagem desse equipamento está em relação à aderência do pneu ao solo que, por ser muito inferior ao de esteira, não produz o mesmo grau de compactação. Quanto à mão-de-obra para operar no aterro sanitário, poderão ser utilizados os mesmos elementos que já estão prestando serviços ao Município dentro do setor de limpeza pública.

#### 5.3.3 Usina de compostagem

A produção de composto, além de não causar impactos ambientais, permite que a matéria orgânica contida no lixo seja retornada ao solo, aumentando a produtividade agrícola.

A instalação de uma usina de compostagem pelo método acelerado, apesar de ser menos dispendiosa que um incinerador, apresenta custos elevados quando comparada ao aterro sanitário, devido à tecnologia e aos equipamentos sofisticados. No entanto, para cidades de pequeno porte, como é o caso de Palmital, pode ser adotado o sistema de compostagem natural que, apesar da demora de aproximadamente 150 dias na estabilização do produto, possui metodologia simplificada, o que reduz o investimento inicial e os custos de manutenção. Como exemplo, pode ser citada a usina de Novo Horizonte, SP, cujo projeto foi desenvolvido em convênio com a Cetesb (1).

Admitindo-se que o Município de Palmital decida pelo sistema de compostagem, o projeto poderá ser implantado na mesma área onde atualmente o lixo está sendo disposto que, como foi ressaltado, oferece inúmeras vantagens devido à sua localização em relação à cidade e aos recursos hídricos.

**Tabela 3 — Estimativa populacional e da produção de resíduos sólidos**

| Ano          | População (urbana) | Produção de lixo |                  |                     |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|
|              |                    | t/dia            | t/ano            | m <sup>3</sup> /ano |
| 1982         | 12.308             | 6,154            | 2.241,10         | 13.182,94           |
| 1983         | 12.681             | 6,341            | 2.314,47         | 13.614,50           |
| 1985         | 13.429             | 6,714            | 2.450,54         | 14.414,94           |
| 1987         | 14.173             | 7,087            | 2.586,59         | 15.215,22           |
| 1989         | 14.918             | 7,459            | 2.722,50         | 16.014,69           |
| 1991         | 15.662             | 7,831            | 2.858,27         | 16.813,36           |
| 1992         | 16.033             | 8,017            | 2.926,11         | 17.212,39           |
| 1993         | 16.405             | 8,202            | 2.993,91         | 17.611,22           |
| 1995         | 17.147             | 8,574            | 3.129,41         | 18.408,29           |
| 1997         | 17.889             | 8,945            | 3.264,77         | 19.204,55           |
| 1999         | 18.630             | 9,315            | 3.400,00         | 20.000,02           |
| 2000         | 19.000             | 9,500            | 3.467,57         | 20.397,46           |
| <b>TOTAL</b> |                    |                  | <b>34.355,24</b> | <b>201.181,58</b>   |

| Resíduos                                  | Quantidade        |             |
|---|-------------------|-------------|
|   | (m <sup>3</sup> ) | (t)         |
| Residencial/<br>Comercial e<br>Industrial | 29,43             | 5,02        |
| Resultantes da<br>varrição                | 6,12              | 1,04        |
| Hospitalar não<br>patogênico              | 0,15              | 0,03        |
| <b>Total</b>                              | <b>35,70</b>      | <b>6,09</b> |

Tabela 4 — Origem e quantidade de resíduos destinados à compostagem

a) Produção do composto

Inicialmente é necessário que se faça uma análise dos tipos de resíduos que poderão entrar no processo, pois o composto, para ser utilizado na lavoura, não deve conter substâncias que ofereçam riscos à população. Portanto, recomenda-se que os resíduos hospitalares sejam isolados na coleta, evitando-se, dessa forma, eventual contaminação por organismos patogênicos e medicamentos.

Em Palmital, o lixo hospitalar proveniente da Casa de Repouso Nossa Senhora da Conceição poderá ser utilizado na produção do composto, pois a atividade desenvolvida pelo estabelecimento é essencialmente psiquiátrica; os resíduos patogênicos (0,3 m<sup>3</sup>/dia) deverão ser dispostos em aterro sanitário. Quanto aos resíduos sólidos industriais gerados na cidade, verifica-se que não oferecem qualquer perigo de contaminação.

A tabela 4 fornece a origem e a quantidade de lixo que deverá entrar no processo de compostagem (ano-base: 1982).

Segundo dados obtidos na usina de compostagem de S. Matheus, apenas 50% do peso total de lixo destinado à compostagem será transformado em composto; portanto, a cidade tem capacidade para produzir em média 3 t/dia ou 1,1x10<sup>3</sup> t no referido ano. Adotando-se a densidade do composto fornecida por Kiehl (2) igual a 0,5 t/m<sup>3</sup> e transformando as unidades, estima-se uma produção de 6 m<sup>3</sup>/dia ou 2,2x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano.

b) Dimensionamento da área

O local destinado à compostagem deve ser suficiente para abrigar a usina, o pátio de cura do composto e também o aterro sanitário. Segundo Wilken (4), a instalação de uma usina com capacidade para tratar 10 t de lixo por dia necessita uma área de 3 a 4 mil m<sup>2</sup>, incluindo o pátio de cura.

Como foi ressaltado anteriormente, apenas 50% do peso total de lixo será

transformado em composto; o restante, constituído em parte por materiais recuperáveis como vidro, sucata, papel, papelão e plásticos, poderá ser revendido ou disposto em aterro sanitário, juntamente com os rejeitos do processo e os resíduos hospitalares patogênicos.

Para o dimensionamento da área do aterro sanitário conjunto até o ano 2000, considerou-se que não haja reaproveitamento de qualquer tipo de material; os resíduos patogênicos não foram incluídos nos cálculos, pois além de serem produzidos em pequena quantidade torna-se difícil fazer uma estimativa da produção dos mesmos para os próximos 20 anos.

Adotou-se para o dimensionamento desse aterro a profundidade de 6 m, devido à depressão existente no local; portanto, poderão ser construídas três camadas de células, cada uma delas com aproximadamente 2 m de altura. Sabendo-se que o volume de resíduos sólidos acumulado até o ano 2000 gira em torno de 2,0x10<sup>5</sup> m<sup>3</sup> e que a densidade do lixo em estudo é de 0,17 t/m<sup>3</sup>, obtêm-se os seguintes dados:

$$\gamma = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} = \frac{WL}{VL}$$

$$WL = 0,17 \cdot 2,0 \times 10^5$$

$$WL = 3,4 \times 10^4 \text{ t, onde}$$

$\gamma_L$  = peso específico do lixo  
WL = volume total do lixo acumulado até o ano 2000.

WL = volume total do lixo acumulado até o ano 2000.

Como 50% do peso total de lixo será transformado em composto,

$$W_C = W_L \cdot 0,50 = 3,4 \times 10^4 \cdot 0,50$$

$$W_C = 1,7 \times 10^4 \text{ t}$$

$$\gamma_C = W_C / V_C$$

$$V_C = W_C / \gamma_C = \frac{1,7 \times 10^4}{0,5}$$

$$V_C = 3,4 \times 10^4 \text{ m}^3 \text{, onde}$$

$\gamma_C$  = peso específico do composto

$W_C$  = peso do composto até o ano 2000

$V_C$  = volume do composto acumulado até o ano 2000.

Com esses dados pode-se calcular o peso específico do rejeito da usina de compostagem, pois:

$$\gamma_R = \frac{W_L - W_C}{V_L - V_C} = \frac{3,4 \times 10^4 - 1,7 \times 10^4}{2,0 \times 10^5 - 3,4 \times 10^4}$$

$$\gamma_R = 0,1024 \text{ t/m}^3$$

Como o rejeito será de aproximadamente 50% do peso total do lixo,

$$W_R = 0,50 \cdot W = 0,50 \cdot 3,4 \times 10^4$$

$$W_R = 1,7 \times 10^4 \text{ t}$$

$$\gamma_R = W_R / V_R = \frac{1,7 \times 10^4}{1,7 \times 10^4}$$

$$V_R = W_R / \gamma_R = \frac{1,7 \times 10^4}{0,1024}$$

Tabela 5 — Áreas cultivadas e respectivas produtividades (1982)

| Cultura        | Área de plantio (ha) | Produtividade média (kg/ha) |
|----------------|----------------------|-----------------------------|
| soja           | 25.000               | 2.300                       |
| trigo          | 20.000               | *                           |
| café           | 20.000               | *                           |
| cana-de-açúcar | 4.000                | 85.000                      |
| milho          | 2.200                | 3.800                       |
| mandioca       | 1.000                | 26.000                      |
| arroz          | 900                  | 3.000                       |
| amendoim       | 200                  | 2.000                       |
| feljão         | 100                  | 650                         |
| mamona         | 100                  | 1.750                       |

\* Dados inexistentes. Fonte: Casa da Agricultura de Palmital.

$$V_R = 16,6 \times 10^4 \text{ m}^3, \text{ onde}$$

$$\gamma_R = \text{peso específico do rejeito}$$

$$W_R = \text{peso do rejeito acumulado}$$

$$V_R = \text{volume do rejeito acumulado}$$

Considerando-se que a compactação irá reduzir o volume de 50%, adota-se

$$V_{AC} = V_R \cdot 0,50 = 16,6 \times 10^4 \cdot 0,50$$

$$V_{AC} = 8,3 \times 10^4 \text{ m}^3, \text{ onde}$$

$$V_{AC} = \text{volume do aterro}$$

Sendo "A" a área do aterro e "p" a profundidade do mesmo, tem-se:

$$V_{AC} = A \cdot p$$

$$A = \frac{V_{AC}}{p}$$

$$A = \frac{8,3 \times 10^4}{6}$$

$$A = 1,3833 \times 10^4 \text{ m}^2, \text{ ou aproximando-se:}$$

$$A = 1,4 \times 10^4 \text{ m}^2.$$

Do exposto conclui-se que o terreno em questão é suficiente para instalação do projeto.

#### c) Demanda potencial do composto

Para calcular a quantidade de composto necessária atualmente no Município, tomou-se como base a área ocupada pelo plantio, cujos dados, fornecidos pela Casa da Agricultura local, estão expressos na tabela 5, juntamente com a produtividade média de cada cultura.

A dosagem de composto a ser aplicada é variável com o tipo de solo e a cultura existente, mas, de modo geral, para se obter um aumento na produtividade agrícola, a quantidade mínima recomendada é de 10 t por hectare (Kielh, 1979).

Considerando-se que a área cultivada na região é de 73.500 ha verifica-se que a requisição de adubo orgânico gira em torno de 735 mil t durante o ano de 1982. Se no mesmo período a produção estimada de composto é de  $1,1 \times 10^3$  t, o déficit será da ordem de 734 mil t, o que representa 99,86% da demanda potencial.

Apesar de não considerar os demais concorrentes orgânicos (esterco de curral e de aves), verifica-se que há necessidade de uma produção muito maior de resíduos que a atual para cobrir a demanda existente. No entanto, adotou-se para os cálculos apenas o lixo proveniente da coleta regular, isto é, aquele produzido no perímetro urbano.

d) Resíduos resultantes da fabricação de aguardente.

As indústrias de aguardente localizadas na zona rural do Município produzem uma quantidade apreciável de bagaços de cana. As cinco usinas existentes no local fabricam em média 40 mil l/dia de aguardente, o que perfaz um total de 200 mil litros diários.

De acordo com os dados fornecidos pelos usineiros, 1 t de cana produz aproximadamente 120 l de aguardente e 270 kg de bagaço. Portanto, na fabricação de 200 l são necessários aproximadamente 1.700 t de cana, resultando 460 t de bagaço por dia. Desse total, a metade é utilizada no fornecimento de energia para as caldeiras, enquanto que o restante é queimado, sendo posteriormente espalhado na lavoura. Ao invés desse procedimento, recomenda-se que os resíduos sejam utilizados na compostagem, evitando, dessa forma, a perda de matéria orgânica e nutrientes existentes no bagaço, além de contribuir para a redução do déficit potencial de composto da região. No entanto, esses resíduos se constituem basicamente de celulose, o que torna necessário um acréscimo de nitrogênio, para que a relação C/N alcance valores de 30 a 35, considerada ideal no início do processo.

Recentemente, foi realizada uma experiência pelo enq. agrônomo Yoshimoto (5), que adicionou ao bagaço de cana borra de café, amônia, hidróxido de cálcio, dentre outros elementos não especificados, obtendo um produto de excelente qualidade.

Deve-se ressaltar que o composto obtido a partir do bagaço de cana e borra de café dispensa uma triagem prévia, o que não ocorre em relação ao lixo, devido à variedade de seus componentes.

## 6 Conclusões e Recomendações

Quanto aos serviços de limpeza pública de Palmital, verifica-se que o maior problema refere-se ao destino final do lixo.

Dentre as propostas apresentadas para a disposição adequada, o aterro sanitário é a alternativa mais econômica; porém, sob o ponto de vista ecológico, a solução mais indicada é a implantação de uma usina de compostagem pelo método natural, pois permite que haja retorno da matéria orgânica ao solo.

A usina de compostagem de Novo Horizonte, dimensionada para tratar 40 t/dia, pode ser adotada como um modelo caso se decida pelo método do tratamento biológico como solução final do lixo do Município.

O projeto para a instalação de usina de compostagem deve ser elaborado de acordo com a produção total do lixo e de tal forma que o investimento seja coerente com a disponibilidade municipal. As despesas de manutenção e operação podem ser compensadas em parte pela venda do composto, pois existe um mercado potencial muito grande na própria região e áreas circunvizinhas que se caracterizam pelas atividades essencialmente agrícolas.

Para uma melhor aceitação por parte dos agricultores, recomenda-se que a Casa da Agricultura local distribua folhetos explicativos, que divulguem as inúmeras vantagens obtidas com a aplicação sistemática do composto orgânico.

É importante que juntamente com o trabalho de esclarecimento aos agricultores sobre a qualidade do produto sejam estabelecidos alguns elementos de marketing, no sentido de criar uma infra-estrutura de comercialização.

A execução e implantação do projeto do aterro sanitário ou da usina de compostagem poderão ser realizadas pela Prefeitura em convênio com órgãos estaduais ou entidades particulares e, se possível, com o acompanhamento paralelo dos elementos que elaboraram o estudo preliminar.

Finalmente, para que se obtenha maior eficiência de qualquer das propostas adotadas, a Prefeitura deve contar com a colaboração da comunidade através de campanhas educativas que objetivem educar o povo para evitar e corrigir hábitos e costumes insalubres, principalmente no que diz respeito ao destino dado aos resíduos sólidos produzidos. Nesse sentido, se a solução adotada for a usina de compostagem, a população poderá contribuir separando os detritos orgânicos dos inorgânicos, o que facilitará a triagem do lixo a entrar no processo.

## 7 Referências bibliográficas

- 1 — CETESB — Projeto de Usina de Compostagem. Outubro, 1978.
- 2 — KIEHL, E. I. — 50 Perguntas e Respostas sobre Composto Orgânico. — Prefeitura Municipal de São Paulo, 1979.
- 3 — LUZ, F. X. R. — Seminário sobre Aterros Sanitários. Cetesb, 1981.
- 4 — WILKEN, P. S. — Lixo, Coleta, Transporte e Destino Final. São Paulo, 1964.
- 5 — YOSHIMOTO, H. — Informações pessoais.