

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA E SANEAMENTO

POTENCIAL DE RECICLAGEM DO LIXO URBANO DA CIDADE
DE ALFENAS - MG

Este trabalho da versão definitiva
contendo as alterações e paginas
aprovadas pela Comissão Examinadora
11/01/94
[Signature]
Orikudo

ALUNO: José Roberto Paoliello 8/10/86

ORIENTADOR: Roberto Feijó de Figueiredo

CAMPINAS, SP
1993

JOSE ROBERTO PAOLIELLO
Engenheiro Civil, EE-UFMG, 1971

POTENCIAL DE RECICLAGEM DO LIXO URBANO DA CIDADE
DE ALFENAS - MG

Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia Civil
da Universidade de Campinas
como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre em
Engenharia Civil, área de
Recursos Hídricos e Saneamento.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA E SANEAMENTO
CAMPINAS, SP
1993

POTENCIAL DE RECICLAGEM DO LIXO URBANO DA CIDADE
DE ALFENAS - MG

CONSTITUIÇÃO DA BANCA

TITULARES:

Roberto Feijó de Figueiredo
ORIENTADOR - FEC/UNICAMP

Bruno Coraucci Filho
FEC/UNICAMP

Jurandyr Fovinelli
EESC/USP

SUPLENTE:

José Roberto Campos
EESC/USP

Egle Novaes Teixeira
FEC/UNICAMP

CAMPINAS, SP
1993

DEDICATORIA

- A memória de meu pai que com sua dedicação e exemplo me ensinou a viver com dignidade;
- A minha querida mãe que com sua bondade e paciência me fez um ser humano sensível às coisas da vida;
- A minha querida esposa e queridos filhos companheiros constantes em todos os desafios da vida.

AGRADECIMENTOS

- A Deus que nos deu o dom da vida e da sabedoria;
- Especialmente, ao professor Roberto Figueiredo Feijó, não só pela orientação firme e segura, mas também por saber dosar tão bem humanidade, simplicidade e erudição. A esse baluarte educador que com sua paciência e dedicação propiciou a execução dessa pesquisa, muito obrigado;
- Ao professor Edson Antônio Velano, Magnífico Reitor da Universidade de Alfenas, pelo apoio e incentivo ao trabalho e ensinamento contínuo da crença nos ideais maiores;
- Aos Drs. Dagoberto Engel e Dr. Antônio Munhoz Leite, pelo apoio, sem o qual este trabalho teria sido impossível;
- Ao secretário municipal de obras de Alfenas, engenheiro Oswaldo Luiz Mariano, pelo incentivo e colaboração durante todas as fases do trabalho;
- Aos Srs. Augusto Esteves, Edilson José Pereira, João Cândido da Silva e Cicero Palmeira da Silva, pelos importantes subsídios fornecidos quanto à Coleta Informal do lixo urbano;
- Ao Sr. Francisco Silveira, encarregado pela limpeza pública de Alfenas, pela boa vontade e atenção com que acompanhou as etapas de pesagem e caracterização do lixo;
- Ao Sr. Alberone Moraes Pessoa, encarregado pela Balança Rodoviária da CASEMG (Companhia de Armazens e Silos de Minas Gerais), pela preciosa colaboração durante a fase de pesagem do lixo;
- Aos Srs. João, Expedito, Vicente, Geraldo, funcionários da limpeza pública municipal, pela dedicação e colaboração na fase de caracterização do lixo;
- Aos coletores do lixo da cidade de Alfenas que com seu simples trabalho nos propiciaram obter subsídios importantes na realização do trabalho;
- As funcionárias da UNIFENAS (Universidade de Alfenas), Eliana e Lucinda pela participação e colaboração na montagem final do trabalho.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	5
3.1. O QUE É O LIXO URBANO?.....	5
3.2. PRODUÇÃO DE LIXO.....	5
3.3. COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO URBANO.....	7
3.4. RISCOS DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DO LIXO AO MEIO AMBIENTE E AO SER HUMANO.....	19
3.5. RECICLAGEM.....	23
3.5.1. SEPARAÇÃO PREVIA DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS.....	40
3.5.2. COLETA SELETIVA.....	41
3.5.3. COLETA SEGREGATIVA.....	41
3.5.4. MATERIAIS RECICLÁVEIS.....	44
3.6. FORMAS COMPLEMENTARES DE DESTINO OU TRATAMENTO DO LIXO.....	62
3.6.1. ATERRO SANITÁRIO.....	64
3.6.2. COMPOSTAGEM DE LIXO.....	69
3.6.3. INCINERAÇÃO DO LIXO.....	74
3.6.4. TRITURAÇÃO.....	80
3.6.5. PIROLISE.....	80
3.6.6. TRATAMENTO DO LIXO COM PRODUÇÃO DE ENERGIA.....	84
3.7. COMENTÁRIOS SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	94
4. CARACTERÍSTICAS DA CIDADE ESTUDADA E DO SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA.....	96
4.1. INFORMAÇÕES GERAIS.....	96
4.2. SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA NO MUNICÍPIO.....	103
4.2.1. COLETA DOMICILIAR.....	103
4.2.2. COLETA DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....	103
4.2.3. VARRIÇÃO.....	104
4.2.4. ROÇAGEM.....	104
4.2.5. CAPINA.....	105
4.2.6. LAVAGEM.....	105
4.2.7. PINTURA DE MEIO-FIO.....	105
4.2.8. RASTELAGEM.....	105
4.2.9. REMOÇÃO DE ENTULHOS.....	105
4.2.10. LIMPEZA E DESOBSTRUÇÃO DE BOCAS-DE-LOBO.....	106
4.2.11. DESTINO FINAL DO LIXO.....	106
4.3. FREQUÊNCIA DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.....	106
4.3.1. COLETA DOMICILIAR.....	107
4.3.2. COLETA DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....	107
4.3.3. VARRIÇÃO.....	107
4.3.4. ROÇAGEM.....	107
4.3.5. CAPINA.....	107
4.3.6. COLETA DE VARRIÇÃO.....	107
4.3.7. LAVAGEM.....	107
4.3.8. RASTELAGEM.....	107
4.3.9. LIMPEZA DE BOCA DE LOBO.....	108
4.3.10. REMOÇÃO DE ENTULHO.....	108
4.3.11. TRANSPORTE DO MATERIAL COLETADO.....	108

4.4.	MAQUINAS E EQUIPAMENTOS.....	108
4.4.1.	VEICULO COLETOR COMPACTADOR: 04 UNIDADES...	108
4.4.2.	CAMINHÃO BASCULANTE.....	108
4.4.3.	CARRINHO COLETOR DE LIXO.....	109
4.4.4.	CAÇAMBA ESTACIONARIA.....	109
4.5.	PESSOAL.....	109
4.5.1.	VEICULOS COLETOR COMPACTADOR.....	109
4.5.2.	CAMINHÃO BASCULANTE.....	109
4.5.3.	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO E LIMPEZA URBANA...	110
4.6.	TURNOS DE TRABALHO.....	110
4.7.	ROTEIROS DA COLETA DE LIXO.....	110
5.	METODOLOGIA.....	112
5.1.	QUANTIDADE DE LIXO COLETADO DIARIAMENTE.....	113
5.1.1.	LIXO DOMICILIAR E RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAUDE.....	113
5.1.2.	LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM.....	113
5.2.	CARACTERIZAÇÃO DO LIXO.....	114
5.3.	COLETA INFORMAL.....	118
5.4.	ROTEIRO DE CALCULO.....	119
5.4.1.	COLETA MUNICIPAL.....	120
5.4.1.1.	LIXO DOMICILIAR E RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAUDE.....	120
5.4.1.2.	LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM.....	120
5.4.2.	COLETA INFORMAL.....	121
5.4.3.	PRODUÇÃO TOTAL MEDIA DIARIA DE LIXO.....	121
5.4.4.	PRODUÇÃO PER CAPITA.....	122
5.4.4.1.	PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA MUNICIPAL.....	123
5.4.4.2.	PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA INFORMAL.....	123
5.4.4.3.	PRODUÇÃO PER CAPITA TOTAL DIARIA..	124
5.4.5.	PERCENTAGENS RECICLADAS ATUALMENTE.....	124
5.4.5.1.	PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA MUNICIPAL.....	125
5.4.5.2.	PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA INFORMAL.....	126
5.4.5.3.	PERCENTAGEM TOTAL ATUALMENTE RECICLADA.....	126
5.4.6.	PERCENTAGENS DO LIXO QUE PODERAO SER RECICLADAS.....	127
5.4.6.1.	PERCENTAGEM DA COLETA MUNICIPAL QUE PODERA SER RECICLADA.....	127
5.4.6.2.	PERCENTAGEM DA COLETA INFORMAL QUE PODERA SER RECICLADA.....	129
5.4.6.3.	PERCENTAGEM TOTAL DO LIXO PRODUZIDO DIARIAMENTE QUE PODERA SER RECICLADO.....	130

6. RESULTADOS.....	131
6.1. COLETA MUNICIPAL.....	131
6.1.1. LIXO DOMICILIAR E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....	131
6.1.2. LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM.....	132
6.2. COLETA INFORMAL.....	132
6.3. PRODUÇÃO TOTAL MÉDIA DIÁRIA DE LIXO.....	132
6.4. PRODUÇÃO PER CAPITA.....	132
6.4.1. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA MUNICIPAL....	133
6.4.2. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA INFORMAL....	133
6.4.3. PRODUÇÃO PER CAPITA TOTAL DIÁRIA.....	133
6.5. PORCENTAGENS RECICLADAS ATUALMENTE.....	133
6.5.1. PORCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA MUNICIPAL.....	133
6.5.2. PORCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA INFORMAL.....	133
6.5.3. PORCENTAGEM TOTAL RECICLADA ATUALMENTE....	134
6.6. PORCENTAGENS DE LIXO QUE PODERÃO SER RECICLADOS...	134
6.6.1. PORCENTAGEM DA COLETA MUNICIPAL QUE PODERA SER RECICLADA.....	134
6.6.2. PORCENTAGEM DA COLETA INFORMAL QUE PODERA SER RECICLADA.....	135
6.6.3. PORCENTAGEM TOTAL DO LIXO PRODUZIDO DIARIAMENTE QUE PODERÁ SER RECICLADO.....	135
7. DISCUSSÃO.....	136
7.1. INTRODUÇÃO.....	136
7.2. COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS (MG) COM A DE CIDADES DE GRANDE PORTE.....	136
7.3. COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS (MG) COM A DE CIDADES SEMELHANTES.....	139
7.4. VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS MG.....	143
7.5. PRODUÇÃO MÉDIA PER CAPITA.....	144
7.5.1. LIXO COLETADO PELA PREFEITURA.....	144
7.5.2. LIXO TOTAL PRODUZIDO.....	145
7.6. POTENCIAL DE RECICLAGEM.....	146
7.7. ASPECTOS DE MERCADO PARA OS MATERIAIS RECICLADOS..	147
7.7.1. DESTINO ATUAL DOS MATERIAIS RECICLADOS....	147
7.7.2. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	148
7.8. GESTÃO DOS RESÍDUOS.....	149
7.8.1. INTRODUÇÃO.....	149
7.8.2. SITUAÇÃO NA CIDADE DE ALFENAS.....	150
7.8.3. ALTERNATIVA PARA COLETA E DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE ALFENAS (MG).....	151
7.8.4. ALTERNATIVAS DA COLETA.....	151
7.8.5. DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE ALFENAS (MG).....	153

8. CONCLUSIONES.....	154
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE SAO PAULO (1979).....	8
Tabela 2 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (1979).....	9
Tabela 3 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE MANAUS (1979).....	10
Tabela 4 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE St. LOUIS, EUA (1979).....	11
Tabela 5 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE CURITIBA (1988).....	12
Tabela 6 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE SAO CARLOS (SP) - (1991).....	13
Tabela 7 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE SAO PAULO (1992).....	14
Tabela 8 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO BRASILEIRO.....	15
Tabela 9 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DE SAO PAULO, EUA E EUROPA OCIDENTAL.....	16
Tabela 10- COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DE DIVERSAS LOCALIDADES.....	17
Tabela 11- COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DA CIDADE DE BUENOS AIRES.....	18
Tabela 12- COMPOSIÇÃO MÉDIA DO LIXO BRASILEIRO E RECEITA MÉDIA ANUAL.....	31
Tabela 13- FABRICAÇÃO DE 1,0 TONELADA DE PAPEL; NECESSIDADES DE MATÉRIA PRIMA, ÁGUA E ENERGIA.....	33
Tabela 14- PREÇOS DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS EM ABRIL DE 1993.....	45
Tabela 15- A RECICLAGEM DE PAPEL NO MUNDO EM 1988.....	48
Tabela 16- ORIGEM DE APARAS NO BRASIL EM 1990.....	51
Tabela 17- PRODUTOS FABRICADOS COM APARAS NO BRASIL EM 1990.....	51
Tabela 18- POTENCIAL E UTILIZAÇÃO DE APARAS NO BRASIL EM 1990.....	51
Tabela 19- RECICLAGEM DO PAPEL NO BRASIL NO PERÍODO DE 1981 A 1990.....	53
Tabela 20- CONSUMO DE APARAS NO BRASIL POR REGIÃO EM 1990.....	54
Tabela 21- RECICLAGEM DO PAPEL NO MUNDO EM 1990.....	55
Tabela 22- CONSUMO DE PLÁSTICOS NO MUNDO EM 1990.....	58
Tabela 23- COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS.....	86
Tabela 24- PROPRIEDADES DOS PRINCIPAIS GASES CONSTITUINTES DO BIOGÁS.....	90
Tabela 25- SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GÁS METANO EM ATERRO DE LIXO NOS ESTADOS UNIDOS.....	91
Tabela 26- SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE METANO EM ATERRO SANITÁRIO EM DIVERSAS LOCALIDADE NOS EUA.....	92
Tabela 27- SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE METANO EM ATERRO SANITÁRIO EM DIVERSOS PAÍSES.....	93

Tabela 28-	COMPOSIÇÃO DO GAS DO LIXO APOS SETENTA DIAS NO ATERRO SANITARIO ENERGETICO DE CAMPINAS.....	93
Tabela 29-	PRINCIPAIS PRODUTOS AGRICOLAS EXPLORADOS EM 1992, NO MUNICIPIO DE ALFENAS (MG).....	98
Tabela 30-	PRINCIPAIS PRODUTOS PECUARIOS EXPLORADOS EM 1992, NUMERO DE PRODUTORES, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO, NO MUNICIPIO DE ALFENAS, MG.....	99
Tabela 31-	PRINCIPAIS INDUSTRIAS E NUMERO DE UNIDADES EM 1992, NO MUNICIPIO DE ALFENAS, MG.....	100
Tabela 32-	TIPOS DE COMERCIO E NUMERO DE UNIDADES EM 1992, NO MUNICIPIO DE ALFENAS, MG.....	101
Tabela 33-	AREA EDUCACIONAL, MUNICIPIO DE ALFENAS - MG, 1992.....	102
Tabela 34-	AREA DE SERVIÇO, MUNICIPIO DE ALFENAS - MG, 1992.....	102
Tabela 35-	ROTEIRO DOS VEICULOS DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL EM ALFENAS - MG, 1992.....	111
Tabela 36-	COMPARAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES FISICAS MEDIA DOS LIXOS COLETADOS EM ALFENAS (MG), SÃO PAULO (SP), RIO DE JANEIRO (RJ), PORTO ALEGRE (RS) E CAMPINAS (SP).....	142
Tabela 37-	COMPARAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES FISICAS MEDIA DOS LIXOS COLETADOS EM ALFENAS (MG), RIO CLARO (SP) E SÃO CARLOS (SP).....	142
Tabela 38-	PRODUÇÃO MEDIA PER CAPITA DE LIXO COLETADO DE DE DIVERSAS LOCALIDADES.....	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - REPRESENTAÇÃO DA LINEARIDADE DOS PROCESSOS ECONOMICOS DE TRANSFORMAÇÃO DA MATERIA PRIMA.....	25
Figura 2 - CICLO DO SETOR DE CONSUMO DE MATERIA PRIMA E MINIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO LIXO.....	25
Figura 3 - FLUXOGRAMA DO MERCADO DE APARAS.....	49
Figura 4 - FLUXOGRAMA DA RECICLAGEM DE LATAS E METAIS FERROSOS.....	63
Figura 5 - FLUXOGRAMA DA RECICLAGEM DE METAIS NAO FERROSOS.....	63
Figura 6 - ESQUEMA DA PIROLISE DO LIXO URBANO.....	82
Figura 7 - ESQUEMA DO REATOR PIROLITICO.....	83
Figura 8 - DIGESTOR VERTICAL (BIODIGESTOR - VISTA GERAL).....	87
Figura 9 - DIGESTOR VERTICAL (BIODIGESTOR - VISTO DE CIMA)....	87
Figura 10- BIOCONVERSAO QUIMICA E MICROBIOLOGIA.....	88
Figura 11- ETAPAS DA CONVERSAO DE MATERIAIS ORGANICOS COMPLEXOS A CH	89
4	
Figura 12- LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE ALFENAS (MG).....	96
Figura 13- ESQUEMA DA AMOSTRAGEM DO LIXO.....	117

LISTA DE SIMBOLOS

a: fração de papel e papelão obtida na caracterização do lixo;

% a.a.: percentagem ao ano;

atm: atmosfera

b: fração de vidro obtida na caracterização do lixo;

c: fração de metal obtida na caracterização do lixo;

°C: graus Celsius;

cab: cabeça;

cev/porco/ano: cevado/porco/ano;

CH₄ : metano;

CO₂ : dióxido de carbono;

d: fração de plásticos obtida na caracterização do lixo;

g/l: grama/litro;

H₂ : hidrogênio;

ha: hectare;

hab: habitante;

H₂S: gás sulfídrico;

kcal/kg: quilocalorias/kilograma;

kcal/Hm³ : quilocalorias/metro cúbico;

kg: quilograma;

kg/cab: quilograma/cabeça;

kg/d: quilograma/dia;

kg/ha: quilograma/hectare;

kg/hab: quilograma/habitante;

kg/hab.ano: quilograma/habitante/ano;

kg/l : quilograma/litro;

kg/m^2 : quilograma/metro quadrado;

km^2 : quilômetros quadrados;

KW.h: quilowatt.hora

l: litro;

l/l: litro/litro;

l/t: litro/tonelada;

m: metro;

m^2 : metro quadrado;

m^3 : metro cúbico;

m^3/d : metro cúbico/dia;

mil.t: mil toneladas;

MW.d: megawatt.dia;

MW.h: megawatt.hora;

n: número total dos dias de pesagens;

N : nitrogênio;

$\frac{P}{C}$: população flutuante na área urbana de Alfenas no ano de 1991;

$\frac{P}{C}$: produção per capita total de lixo, em kg/hab.d;

$\frac{\bar{P}}{C}$: peso total médio diário do lixo coletado pelos caminhões, em kg/d;

$\frac{P}{C_i}$: peso total diário do lixo, em kg/d obtido pela soma de resíduos provenientes dos seis caminhões coletores;

P : produção per capita da Coleta Informal, em kg/hab.d;
 I

$\bar{P}$: peso total médio diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d;
 I

P : peso total diário de material adquirido pelos sucateiros, em I_i kg/d;

P : produção per capita da coleta municipal de lixo, em kg/hab.d;
 M

Pop: população na área urbana de Alfenas em 1992, em hab;

Pop : população na área urbana de Alfenas em 1991, em hab;
 1991

P : percentagem total do lixo produzido diariamente que poderá ser reciclada, que é o potencial de reciclagem;
 R

$\bar{P}$: produção total média diária de lixo, em kg/d;
 T

$\bar{P}$: peso total médio diário dos resíduos coletados nas 3 caçambas fixas, em kg/d;
 V

P : peso total dos resíduos, em kg/d obtido pela soma dos V_i resíduos das 3 caçambas fixas;

r : taxa de crescimento médio na área urbana de Alfenas nos últimos 10 anos, em %;

R : percentagem total da coleta municipal que poderá ser reciclada, em %;
 C

R : percentagem da coleta municipal que poderá ser reciclada, além de R , em %;
 F
 S

$\bar{R}$: quantidade total média diária de material que poderá ser reciclada do lixo, além de R , em kg/d;
 F
 L

R : percentagem reciclada de material atualmente pelos sucateiros, via coleta informal, em %;
 I

$\bar{R}$: peso total médio diário de materiais provenientes do lixo adquirido pelos sucateiros, em kg/d;
 L

R : peso total diário de materiais provenientes do lixo, obtido L_i pela soma dos valores encontrados em cada sucateiro, em kg/d;

$\bar{R}$: peso total médio diário de resíduos no lixão disponível para
N reciclagem, em kg/d;

R : percentagem reciclada atualmente do lixo depositado no lixão,
S em %;

R : percentagem total reciclada atualmente, em %;
T

s: desvio padrão;

t: tonelada;

v: volume;

v/v: volume/volume.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar o potencial de reciclagem do lixo urbano da cidade de Alfenas (MG). Para sua realização foi necessário se proceder a uma caracterização do lixo coletado, avaliação das quantidades totais de lixo coletado, bem como um levantamento do total atualmente reciclado através dos sucateiros.

Com os dados obtidos da caracterização, das quantidades coletadas, produzidas e recicladas informalmente, procedeu-se a um balanço de massa calculando-se a produção total diária tanto para coleta pública, para a coleta informal e também para a produção total diária resultante.

Foi também calculada a produção per capita para a coleta pública, para a coleta informal e para a produção total diária, obtendo-se 0,38 kg/hab.d.

Em seguida foi feita a estimativa da percentagem reciclada atualmente para o lixo da coleta municipal, chegando-se ao valor de 2,0%. Igualmente avaliou-se a percentagem reciclada correspondente à coleta informal, obtendo-se o valor de 4,2%. Com esses 2 valores chegou-se ao valor total de reciclagem atual que é de 6,2%. Com base neste valor, na produção total diária de lixo e ainda na caracterização do lixo, estimou-se o potencial de reciclagem para a cidade de Alfenas (MG) chegando-se a um valor correspondente a 33% da produção diária, (ton.) ou seja 7,0 t/d.

Finalmente é feita uma sugestão para a gestão dos resíduos gerados na cidade de Alfenas (MG).

ABSTRACT

The present work was developed with the purpose of assaying the potentiality of recycling the municipal solid wastes of Alfenas (MG). For so doing, it was necessary to characterize the collected solid wastes, to evaluate the total quantity of the collected garbage, and to survey the quantity which is currently recycled by the private garbage collectors.

With the data obtained from the characterization, from the quantities collected, produced and unconventionally recycled, a balance of the waste was made by calculating the total daily production both for the public collection and for the unconventional collection, as well as for the total daily production.

The production "per capita" was also calculated for the public collection, for the unconventional collection and for the total daily production, with the result of 0,38 kg/ capita.day.

Then the current recycled production of the municipal solid waste collection was estimated in 2%. The percentage of the unconventional recycled production was equally estimated and reached 4,2%.

The addition of these two values correspond to the total current recycling: 6,2%.

Based on this percentage, on the total daily production, and on the characterization of the wastes, the potential of

recycling in Alfenas was estimated in 33% of the daily production, or 7,0 metric. ton/day.

A suggestion is finally proposed for the management of residues produced in Alfenas (MG).

1. INTRODUÇÃO

A intensa urbanização verificada no Brasil nas últimas décadas, associada à industrialização encontrada em algumas regiões, vem contribuindo enormemente para agravar seriamente os problemas decorrentes dos grandes volumes de resíduos sólidos urbanos que são gerados. O fato de ser o gerador o responsável pelo destino adequado dos resíduos é válido mas não é suficiente para solucionar o problema, uma vez que na maioria das situações encontradas a disposição final vem sendo feita de maneira irresponsável e sem qualquer controle, expondo o meio ambiente e a sociedade aos riscos inerentes destes procedimentos, como contaminação de cursos de água e do lençol freático; poluição do solo; concentração de roedores e de insetos; maus odores, etc. Em virtude destes fatores adversos, provenientes do comportamento irresponsável de grande parte dos dirigentes, criou-se na

sociedade um estado de ânimo reclamativo da necessidade de um destino final e seguro para os resíduos urbanos. Atualmente, já podem ser encontradas algumas atitudes louváveis no Brasil quanto à gestão de resíduos sólidos, citando como exemplo as cidades de Curitiba (PR), Novo Hamburgo (RS) e Novo Horizonte (SP), entre outras.

Existem diversas formas e técnicas atualizadas para se abordar a questão da disposição e tratamento do resíduo sólido doméstico e industrial, as quais podem ser encontradas na bibliografia técnica especializada, tanto nacional como internacional. A tendência mundial verificada hoje em relação à gestão de resíduos é considerar uma abordagem ampla da questão, não se limitando apenas ao lixo produzido mas atuando também de forma incisiva em todas as etapas, desde a geração do resíduo até sua disposição final. A tradução dessa idéia pode ser esquematizada da seguinte maneira: EVITAR - MINIMIZAR - RECICLAR - TRATAR - DISPOR.

Este tipo de enfoque, que implica mudanças de conceito e posturas, consolida uma estratégia que é a que melhor se amolda aos reclamos ambientais de nossos dias.

Considerando dentro do enfoque acima apresentado a parte referente ao "RECICLAR" e analisando a geração dos resíduos urbanos, pode-se observar que uma grande parte do que aí se encontra pode ser reaproveitado na forma de matéria prima na indústria de transformação ou mesmo como fonte de energia. Este reaproveitamento é muito importante já que deste modo os volumes de resíduo gerados nestas transformações a serem dispostos e tratados serão menores e conseqüentemente os sistemas de

tratamento e disposição (aterro sanitário, incineração, compostagem, etc.) terão vida útil bem maior, além do benefício de reaproveitamento. Na maioria dos países desenvolvidos já existe legislação apropriada visando o reaproveitamento ou a reciclagem do resíduo sólido, com metas estabelecidas de acordo com cada caso específico. Esse enfoque visa um aumento progressivo nos volumes reciclados, cujos valores têm que ser obedecidos pelas autoridades governamentais e sujeitos a multas pelo não cumprimento da lei.

No Brasil ainda não existe algo semelhante, porém já são encontrados casos isolados de municípios que iniciaram programas de coleta seletiva de lixo, uns parciais e outros mais completos. Deve-se louvar a iniciativa desses municípios e incentivar para que outros trilhem o mesmo caminho na procura de soluções.

Quando se fala em reciclagem, a primeira pergunta que se faz é de quanto poderá ser reciclado, ou de quanto será a porcentagem do lixo que poderá ser reciclada em uma comunidade?

Obviamente deve-se fazer em cada caso um estudo de viabilidade para se chegar a um número, o que já foi objeto de estudos em alguns países. Antes de serem definidas as metas é importante que se faça um levantamento das condições encontradas nos municípios brasileiros.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo específico de avaliar o potencial de reciclagem de lixo em uma cidade brasileira, a cidade de Alfenas em Minas Gerais, levando-se em conta a quantidade de lixo que já é informalmente reciclado. Será feito um balanço de massa através das quantidades de lixo que são coletadas diariamente pelos caminhões e da parcela que já é reaproveitada informalmente, chegando-se às quantidades reais de lixo produzidas na cidade e a estimativa real do potencial de reciclagem. Em paralelo, serão feitas a caracterização do lixo coletado pelos caminhões e a estimativa das características reais do lixo produzido, já que nem todo o lixo gerado é coletado pela municipalidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. O QUE É O LIXO URBANO?

Segundo LIMA (1991), lixo é todo e qualquer resíduo que resulte das atividades diárias do homem na sociedade. Estes resíduos compõem-se basicamente de sobras de alimento, papéis, papelão, plásticos, trapos, couros, madeira, latas, vidros, lama, gases, vapores, poeiras, sabões, detergentes e outras substâncias descartadas pelo homem no meio ambiente.

3.2. PRODUÇÃO DE LIXO

Conforme MARINI (1992), a produção total de lixo na cidade de São Paulo em 1992 era de 13 mil toneladas/dia, assim divididas: 9 mil toneladas de origem residencial; 2 mil toneladas industrial e hospitalar e 2 mil toneladas de entulhos de

construção civil. De acordo ainda com a autora é estimada em 30 mil toneladas a quantidade total de resíduos gerados nas cidades brasileiras diariamente. Deste total só a metade tem uma coleta regular. Ainda segundo esta mesma referência a produção de lixo em Curitiba diariamente é de 1.070 toneladas, sendo que quase a metade (510 toneladas/dia) é do tipo domiciliar (casas, escritórios e favelas). Segundo ainda MARINI (1992) a cidade de Porto Alegre produz cerca de 950 toneladas/dia de lixo, assim divididos: 800 toneladas de origem domiciliar, 50 toneladas de origem hospitalar e 100 toneladas de origem industrial e outros vindos de podas e de capinas. Conforme a publicação SANEAMENTO AMBIENTAL (1991), o lixo coletado em São Paulo representa de 30 a 35% do coletado em todo país.

Estudo para destino do lixo do município de Palmital, desenvolvido por CAVINATTO (1986), apontou para uma produção diária de lixo de 0,50 kg/hab. No trabalho sobre a caracterização do lixo urbano da cidade de São Carlos (SP), POVINELLI & GOMES (1991) encontraram uma contribuição média diária de 0,47 kg/hab. No trabalho desenvolvido em Curitiba em 1988, Lixo que não é Lixo, pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, foi detectada uma contribuição média diária de 0,55 kg/hab.

Em trabalho realizado por LARGHI, DE LUCA & SARUBI (1992), sobre a produção diária de lixo por indivíduo na cidade de Buenos Aires, estes autores chegaram a valores variando de 0,60 a 1,14 kg/hab.

Para a cidade de Caxias do Sul (RS), BRUGGER, STOMPO & TOIGO (1992) encontraram uma produção média diária de lixo coletado por indivíduo da ordem de 0,45 kg. Convém salientar que para se chegar a este valor os autores consideraram os 37 bairros que formam a cidade. Para cada um destes 37 bairros escolheu-se uma quadra e em cada quadra levantou-se a população, bem como o total gerado de lixo durante 15 dias.

Segundo o IBGE (1993), um levantamento realizado em 1993 mostra que o total de lixo gerado diariamente no Brasil é da ordem de 182 a 190 mil toneladas.

3.3. COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO URBANO

Nos trabalhos consultados foram encontrados as seguintes composições para diversas localidades, de acordo com os registrados nas Tabelas 1 a 7.

De acordo com PEREIRA NETO (1991), a composição física média do lixo brasileiro é vista na Tabela 8.

A REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991- A) apresenta uma tabela onde se encontram as composições físicas média do lixo em São Paulo, EUA e Europa Ocidental, produzidas na Tabela 9.

POVINELLI & GOMES (1991) apresentam, conforme a Tabela 10, a composição física média do lixo de diversas localidades.

No trabalho de caracterização do lixo urbano da cidade de Buenos Aires realizado por LARGHI, DE LUCA & SARUBI (1992), em amostragem que foi feita levando-se em consideração os níveis sócio-econômicos da população, bem como se a área era residencial, comercial ou residencial-comercial, chegou-se à composição física média apresentada na Tabela 11.

Tabela 1 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE
SÃO PAULO (1979)

COMPONENTE	BASE ÚMIDA % (em peso)
Mat. Orgânica	37,80
Papel e Papelão	29,60
Metal Ferroso	5,40
Trapo, Couro, Borracha	2,20
Plásticos Fino e Grosso	9,00
Vidro, Terra e Pedra	14,60
Madeira	0,80
Metal não Ferroso	0,10
Diversos	0,50

Fonte: IPT (1979)

Tabela 2 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (1979)

COMPONENTE	BASE ÚMIDA % (em peso)
Mat. Orgânica	20,70
Papel e Papelão	33,70
Metal Ferroso	3,00
Trapo, Couro, Borracha	3,60
Plásticos Fino e Grosso	3,10
Vidro, Terra e Pedra	33,60
Madeira	1,10
Metal não Ferroso	0,20
Diversos	1,00

Fonte: CANTANHEDE & CHLEBNICEK (1979)

Tabela 3 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE
MANAUS (1979)

COMPONENTE	BASE ÚMIDA % (em peso)
Mat. Orgânica	51,12
Papel e Papelão	29,01
Metal Ferroso	6,77
Trapo, Couro, Borracha	3,45
Plásticos Fino e Grosso	2,83
Vidro, Terra e Pedra	4,67
Madeira	2,10
Metal não Ferroso	0,01
Diversos	0,04

Fonte: LIMA (1980)

Tabela 4 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE
St. LOUIS, EUA (1979)

COMPONENTE	BASE UMIDA % (em peso)
Mat. Orgânica	22
Papel e Papelão	38
Metal Ferroso	8
Trapo, Couro, Madeira	2
Plásticos Fino e Grosso	15
Vidro, Terra e Pedra	12
Madeira	1
Metal não Ferroso	1
Diversos	1

Fonte: JACKSON (1979)

Tabela 5 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE CURITIBA (1988)

COMPONENTE	BASE UMIDA % (em peso)
Metais, Plásticos, Vidros, Papel	35
Orgânicos	42
Hospitalar	2
Rejeito	21

Fonte: SEMA - Curitiba (PR) (1988)

Tabela 6 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE
SÃO CARLOS (SP) - (1991)

COMPONENTE	BASE UMIDA % (em peso)
Mat. Orgânica	56,7
Papel e Papelão	21,3
Vidro	1,4
Metal	5,4
Plástico	8,5
Trapo	3,4
Madeira, Couro e Borracha	2,3
Inertes (Terra, Pedra,...)	1,3

Fonte: POVINELLI & GOMES (1991)

Tabela 7 - COMPOSIÇÃO FÍSICA DO LIXO DA CIDADE DE
SÃO PAULO (1992)

COMPONENTE	BASE SECA % (em peso)
Mat. Orgânica	52,5
Papel e Papelão	28,4
Plásticos	5,6
Metais	4,9
Vidros	3,1
Trapos	2,3
Madeiras	1,6
Outros (inertes)	1,6

Fonte: AMZONAS (1992)

Tabela 8 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO
BRASILEIRO

COMPONENTES	PERCENTUAL EM PESO
Mat. Orgânica	48,0
Papel e Papelão	26,5
Plásticos	2,9
Vidros	1,6
Metais Ferrosos	1,4
Metais não Ferrosos	0,9
Trapos	0,2
Borracha	0,3
Couro	0,1
Madeira	0,1
Outros	18,0

Fonte: PEREIRA NETO (1991)

Tabela 9 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DE SÃO PAULO,
EUA E EUROPA OCIDENTAL

COMPONENTES	SÃO PAULO %	EUA %	EUROPA OCIDENTAL %
Mat. Orgânica	52,5	27,0	30,0
Papel e Papelão	28,4	41,0	25,0
Plásticos	5,6	7,0	7,0
Vidros	3,0	8,0	10,0
Metais	4,9	9,0	8,0
Outros	5,6	8,0	20,0

Fonte: REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991 - A)

Tabela 10 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DE DIVERSAS LOCALIDADES

LOCAL	ANO	MATERIA		MADEIRA		BORRACHA	VIDRO	METAL	PLASTICO	INERTES
		ORGANICA	PAPEL	TRAPO	COURO E					
São Paulo SP	1979	38,3	29,6	2,2	0,8		14,6	5,5	9,0	-
Rio de Janeiro RJ	1986	38,6	38,4	3,7	1,9		3,4	3,7	9,7	0,5
Recife PE	1965	83,0	3,5	0,8	1,8		0,7	1,7	-	0,9
Belo Horizonte MG	1971	69,9	16,8	2,2	1,4		2,5	3,3	1,9	2,0
Brasília DF	1972	19,9	27,1	3,6	3,6		3,0	3,2	2,4	4,2
Salvador BA	1972	63,5	15,5	3,3	-		4,4	5,5	-	7,8
Manaus AM	1979	51,1	29,0	3,5	2,1		4,7	6,8	2,8	-
Curitiba PR	1980	36,8	24,1	1,6	1,5		3,3	3,2	6,0	3,5
Porto Alegre RS	1983	74,4	10,6	-	-		1,4	4,2	6,0	0,4
Rio Claro SP	1985	62,8	15,2	2,2	0,6		2,1	3,5	5,5	8,1
Campos SP	1985	72,3	19,0	2,1	-		0,8	2,2	3,6	-
Inglaterra	1966	42,7	15,7	1,8	4,6		5,7	3,7	-	25,8
Santiago - Chile	1950	69,7	14,9	2,6	4,5		-	8,3	-	-
Mendoza - Argentina	1965	65,6	5,0	0,9	1,7		1,8	1,5	0,1	23,4
Paris - França	1966	31,3	29,6	5,7	-		3,9	-	1,0	8,5
Austria	1966	59,7	12,0	1,7	1,0		9,3	3,3	-	13,0
Holanda	1966	54,0	30,0	2,0	2,0		7,0	2,0	-	3,0
Alemanha	1966	59,0	12,0	1,8	2,0		5,0	4,0	-	16,2
Itália	1966	88,2	8,4	1,3	-		0,9	1,1	-	-
EUA	1968	27,6	42,0	0,6	3,3		10,0	8,0	0,8	7,7
Suécia	1969	67,9	22,6	-	-		3,8	3,5	2,2	-
Montreal	1969	23,1	50,1	-	-		3,9	8,6	5,7	8,6
Barcelona - Espanha	1970	54,2	25,4	2,6	-		4,3	4,1	4,0	5,4
Noruega	1975	47,0	40,5	-	-		3,5	3,0	-	6,0
Melbourne - Austrália	1981	46,1	24,9	1,4	0,1		14,7	8,2	3,0	1,6
Port Said - Egito	1981	47,2	24,0	2,2	-		1,3	3,0	3,4	18,9
Ismailia - Egito	1981	49,3	22,1	2,2	-		1,3	3,0	3,1	19,0
Addis Abeba - Etiópia	1981	62,3	2,2	1,5	-		0,5	0,8	1,2	31,5
Manchester - EUA	1985	48,0	27,0	5,0	-		5,0	8,0	7,0	-

Fonte: POVINELLI & GOMES (1991)

Tabela 11 - COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO DA CIDADE DE BUENOS AIRES

COMPONENTE	PORCENTAGEM EM PESO
Papel	17,42
Plástico	14,44
Metais Ferrosos	2,51
Metais não Ferrosos	0,64
Vidro	6,00
Osso	1,01
Material de Demolição	1,98
Resíduos de Alimentos	51,49
Tecidos	2,73
Madeira	1,80

Fonte: LARGHI, DE LUCA & SARUBI (1992)

3.4. RISCOS DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DO LIXO AO MEIO AMBIENTE E AO SER HUMANO

De acordo com LIMA (1991), o lixo disposto inadequadamente, sem qualquer tratamento, pode poluir o solo, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, constituindo-se num problema de ordem estética e, mais ainda, numa séria ameaça à saúde pública por conter substâncias de alto teor energético e, por oferecer disponibilidade simultânea de água, alimento e abrigo, o lixo é preferido por inúmeros organismos vivos, ao ponto de algumas espécies o utilizarem como nicho e habitat ecológico. Para LIMA (1991), pode-se classificar em dois grandes grupos os seres que habitam o lixo: os macrovetores, como por exemplo ratos, baratas, moscas e mesmo animais de maior porte, como cães, aves, equinos e suínos e ainda o próprio homem que em alguns locais tira o seu sustento como catador de lixo. No grupo dos microvetores, segundo grupo, estão os microorganismos, de maior importância epidemiológica por serem patogênicos e portanto nocivos ao homem. Estes vetores quando em contato com o homem, são responsáveis pelo surgimento de doenças respiratórias, epidérmicas, intestinais e outras enfermidades lesivas e até letais, como a cólera, o tifo, a leptospirose, a pólio, etc.

Segundo ainda LIMA (1991), dos macrovetores que habitam o lixo, os que oferecem maior risco ao homem e ao meio ambiente são os ratos, baratas e as moscas.

Dos macrovetores, conforme DACACH (1983), o rato é tido como o animal que mais danos causa à saúde do homem, e

consequentemente, seu maior inimigo. Atualmente, relacionam-se mais de 30 doenças que podem ser propagadas pelos ratos, embora a maioria, indiretamente, através de alimentos por eles contaminados. Dentre elas destacam-se: peste bubônica, tifo murino, febre Havehil e Leptospirose. Ainda de acordo com DACACH (1983), havendo disponibilidade de alimento e água (umidade), que é o caso do lixo, a fêmea procria de 4 a 5 vezes ao ano, dando a luz, dentro de 24 dias, após a cópula, de 5 a 19 filhotes, que podem reproduzir-se com apenas 3 meses de vida. De um casal de ratos, podem resultar 250 mil descendentes em 3 anos e 48 milhões em 10 anos, desde, é claro que exista disponibilidade de alimento.

De acordo com DACACH (1983), a mosca também é responsável pela transmissão de cerca de 30 enfermidades, como a febre tifóide, a paratifóide, disenteria bacilar e amebiana, antraz, tracoma, conjuntivite, tuberculose, lepra e poliomielite. Ainda conforme DACACH (1983), na superfície do corpo de moscas capturadas em uma favela de uma cidade brasileira, foram encontradas, em média, 3.683.000 bactérias, praticamente o dobro registrado nas que perambulavam no bairro mais limpo.

Relativamente, às doenças transmitidas pelo porco ou mesmo boi que se alimentam do lixo urbano, de acordo com DACACH (1983), pode-se destacar as causadas por vermes, como a teníase, triquiníase e cisticercose, esta capaz de provocar cegueira e loucura, quando excepcionalmente, estas larvas se alojam no cérebro.

Os lixões a céu aberto representam uma forma inadequada de disposição do lixo urbano. Para CAVINATTO (1986),

frequentemente causam danos à população, seja através de animais transmissores de doenças que são atraídos aos locais seja pela poluição dos ambientes naturais. Segundo a REVISTA SANEAMENTO AMBIENTAL (1991), os lixões clandestinos espalhados pela grande São Paulo, caso não sejam tomadas providências, poderão proliferar-se rapidamente, agravando ainda mais a péssima situação da bacia hidrográfica da região, atualmente bastante comprometida pela descarga de resíduos sólidos e líquidos, levando à morte quase total dos mananciais.

Para FERREIRA NETO (1991), nos diversos lixões espalhados pelo país vivem em condições sub-humanas um grande contingente populacional, marginalizado pela sociedade de consumo, exercendo a prática da catção de materiais para reciclagem, estando totalmente expostos aos perigos de contaminação.

Para ORTH (1991), muitas vezes são as próprias pessoas que jogam de qualquer maneira o lixo que geram. Exemplos vistos ao se andar pelas ruas, ao frequentar praias, ao se conhecer as belezas naturais como: Pantanal, Chapada dos Guimarães, a Serra do Mar, hoje totalmente desvirtuadas pelo acúmulo de lixo nos locais mais frequentados e onde outrora eram belos e limpos. Interessante ainda de acordo com ORTH (1991), é que as pessoas jogam fora as coisas que produzem, mas ninguém quer lixo por perto, porque ele cheira mau, atrai moscas e outros vetores, contamina o solo, as águas e o ar e pode até causar danos à saúde. Conforme MARINI (1992), estimava-se em mais de 80 mil toneladas diárias em 1992 a quantidade total de resíduos gerados nas cidades brasileiras e deste local apenas a metade era coletada, enquanto a outra metade

acabava nas ruas, em terrenos baldios, encostas de morro e cursos de água, provocando com isto inconvenientes sanitários, assoreamento de cursos de água e contaminação do solo e subsolo. Quanto a parte coletada, a mesma é depositada em 12 mil locais e deste total, somente 3% recebem destinação adequada, ou, ao menos, controlada; 34% vão para lixões a céu aberto; e 63% são despejados pelos próprios serviços públicos de coleta em beiras de rio, áreas alagadas e manguezais.

Salienta também MARINI (1992) que por mais que os profissionais responsáveis pelo destino do lixo urbano nas cidades brasileiras discordem entre si quanto à melhor forma de proceder, num ponto todos concordam: o lixo é o retrato fiel da sociedade, sempre tão mais geradora de lixo, quanto mais rica e consumidora. Qualquer tentativa de reduzir a quantidade ou alterar a composição do lixo, passaria portanto por uma mudança no hábito e comportamento da sociedade. As municipalidades podem - e devem - investir na educação ambiental, conscientizando a população sobre os problemas que os seus restos provocam, ensinando a evitá-los e estimulando o reaproveitamento de materiais.

Os depósitos de lixo a céu aberto, denominados de lixões, são hoje a principal forma de destinação de resíduos adotados no Brasil, gerando toda sorte de danos ambientais à saúde pública, conforme A REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991 - A).

Conforme citado por ALONSO (1992), a maioria dos municípios paulistas lança os resíduos nos lixões ou vazadouros, que não apresentam as mínimas condições técnicas ou ambientais de implantação, submetendo a população e o meio a graves riscos

sanitários e a deterioração dos recursos naturais da região. Além disso, a existência de pessoas que sobrevivem de coleta de elementos reaproveitáveis do lixo - os catadores - submetidas a condições degradantes, incorpora uma nova face social no espectro dos problemas causados por este tipo inadequado de destinação do lixo. Segundo este mesmo autor, do total de 18.128 toneladas de lixo gerados diariamente no Estado de São Paulo, cerca de 6.034 toneladas (33%) são destinados aos lixões. Outra forma inadequada de destinação final do lixo urbano, utilizada ainda em uma pequena parcela de municípios brasileiros, é a sua entrega "in natura" para agricultores ou criadores de porcos. Segundo ARRUDA (1978), isto representa um perigo muito grande de contaminação principalmente se contiver resíduos de origem hospitalar.

3.5. RECICLAGEM

Com o crescente aumento das populações urbanas ocorrida no país nas últimas décadas, tem ocorrido, como consequência, uma produção significativa de resíduos gerados, os quais na maioria das vezes são dispostos no meio ambiente sem qualquer precaução ou controle quanto aos impactos ambientais. Necessário se torna pois que medidas urgentes sejam tomadas para que esses inconvenientes possam ser eliminados ou reduzidos.

Para o INSTITUT FÜR VERKEHRSMITTEL- UND INFRASTRUKTURFORSCHUNG GMB (1990), grandes quantidades de matérias primas não renováveis estão sendo transformadas em gigantescas montanhas de lixo, tendo como consequências a exaustão de preciosas reservas de recursos e a dificuldade cada vez maior para o tratamento deste resíduo.

Para este Instituto, os processos estão quase sempre direcionados da produção ao consumo, como pode ser observado na Figura 1.

A meta para estes pesquisadores, deve ser uma economia circular onde os bens após o consumo poderão ser transformados em matéria prima e em grande parte reaproveitados no processo produtivo, ou seja, uma RECICLAGEM.

Para tanto é necessário que se faça a passagem do tratamento para a "economia do lixo" cujo papel é completar o círculo do setor de consumo até o da produção, conforme ilustra a Figura 2.

Esta proposta está fundamentada em evitar a geração de resíduos, economizando-se matéria prima e reduzindo-se a formação do lixo. Como se nota, a Reciclagem como proposta de parte integrante da gestão de resíduos sólidos é de extrema importância, levando em consideração que a utilização de bens já gastos não permite a perda total da matéria prima, que uma vez reaproveitada permite uma redução de recursos naturais.

Dentro dessa filosofia, de acordo com MAN (1992), a política internacional deverá se direcionar nas próximas décadas nos EUA e na CEE (Comunidade Econômica Européia) relativamente à gestão de resíduos à adoção das seguintes medidas necessárias:

1. PRIMEIRA PRIORIDADE: PREVENÇÃO, EVITANDO RESÍDUOS

Mediante o desenvolvimento de produtos de grande durabilidade, uma seleção cuidadosa de materiais baseados nas baixas emissões de poluentes ao meio ambiente e na conservação

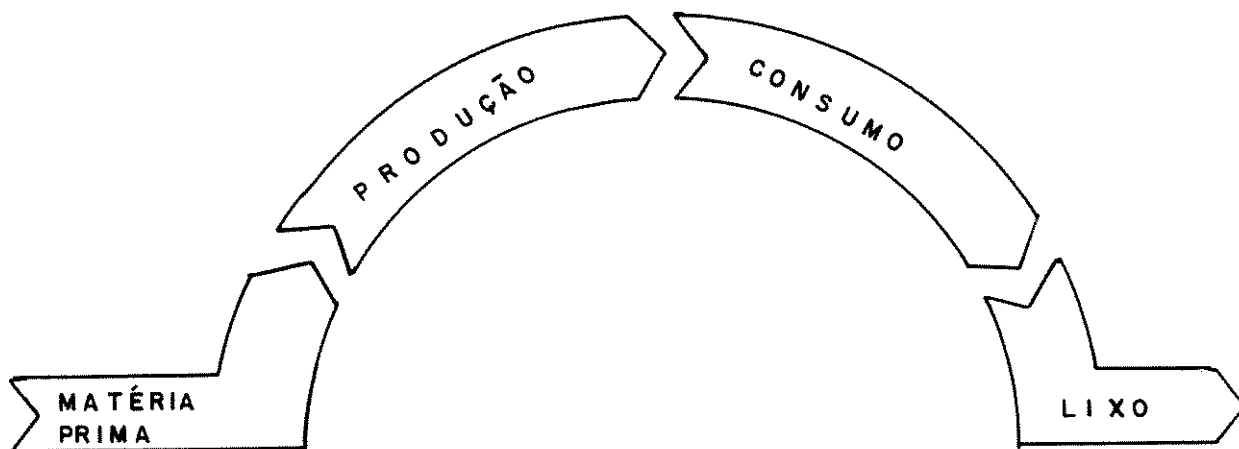


FIG.1 REPRESENTAÇÃO DA LINEARIDADE DOS PROCESSOS ECONÔMICOS DE TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.

FONTE: INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURFORSCHUNG GMB (1990).

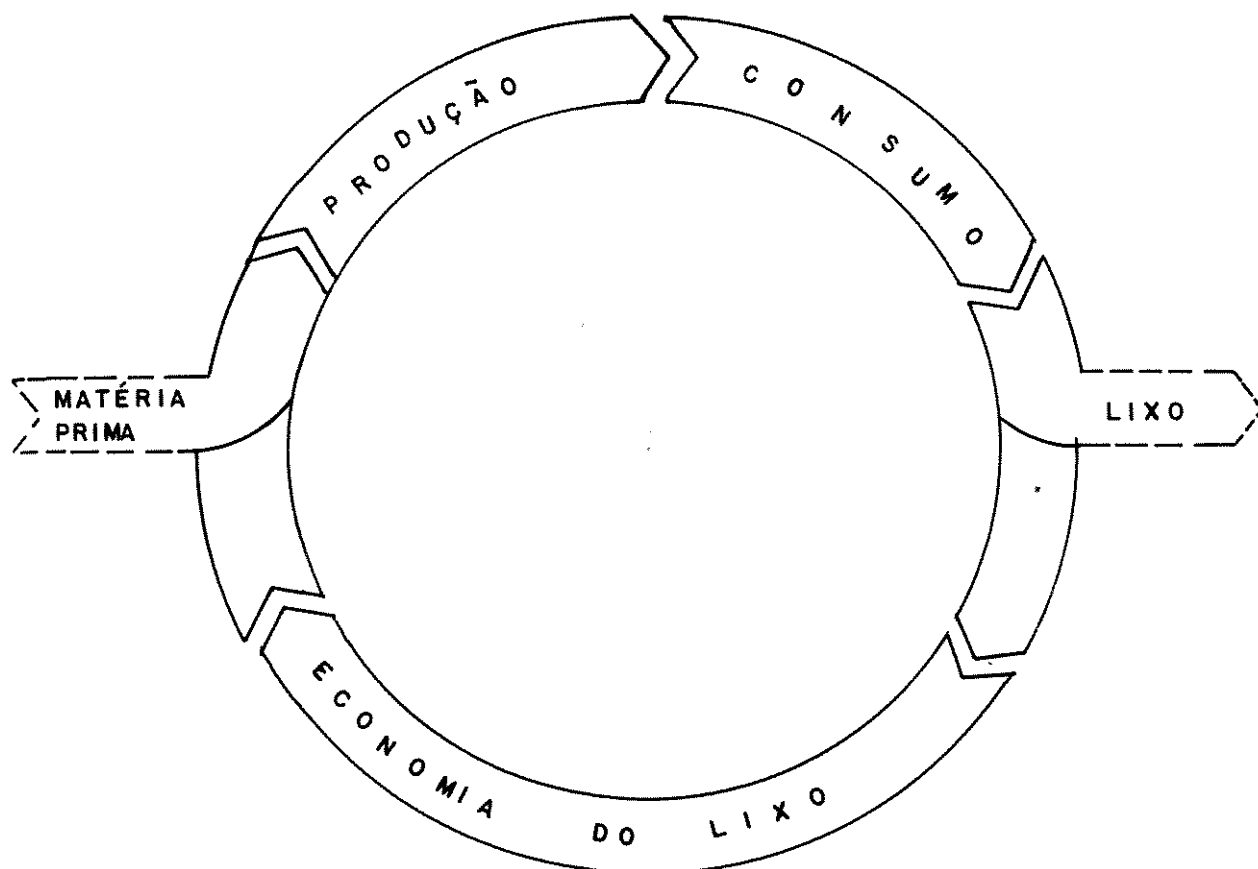


FIG.2 CICLO DO SETOR DE CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA E MINIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LIXO.

FONTE: ADAPTADO DE INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURFORSCHUNG GMB (1990).

de materiais e recursos energéticos, é possível evitar resíduos e obter no final do ciclo um resíduo que pode ser tratado com menores efeitos sobre o meio ambiente e com maiores possibilidades de uma reutilização aceitável dentro do ponto de vista econômico. Se esta política em evitar resíduos falhar, pode-se dizer que será enfrentado um problema enorme em futuro próximo. O comércio e a economia crescentes, especialmente nos países em desenvolvimento, terão sérios problemas ambientais se não tomarem medidas orientadas a evitar resíduos.

2. SEGUNDA PRIORIDADE: PREVENÇÃO DE RESÍDUOS, DE FORMA QUE O PRODUTO FINAL POSSA SER REUTILIZADO DE FORMA ADEQUADA

Na Europa, e em particular na CEE, são feitos cada vez mais esforços para uma separação dos resíduos em sua origem.

Assim, pode-se obter:

- matéria orgânica para compostagem: 30 a 45% dos resíduos domésticos;
- papel: com bons resultados, tendo situações em que o material coletado tem que ser exportado devido a capacidade insuficiente das instalações existentes, como é o caso por exemplo da Alemanha;
- vidros de 2 ou 3 cores;
- plásticos;
- resíduos para recuperação de energia.

3. TERCEIRA PRIORIDADE: PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E A CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES VALIOSOS

Na origem: deve-se tratar estes componentes para a

produção de materiais secundários com vista a sua exportação para reciclagem em outros países.

Conforme DEAN (1992), dentre os processos que gozam de grande popularidade para o problema dos resíduos estão a reciclagem e a transformação da matéria orgânica em adubo. Segundo o mesmo autor, deve ser evitada a produção de resíduos, porém caso eles sejam produzidos a melhor forma de reduzi-los é o seu reaproveitamento ao invés de serem simplesmente jogados fora ou seja, reciclando.

A implantação da reciclagem em uma comunidade, de acordo com DEAN (1992), necessita sempre para uma maior eficiência de uma separação prévia dos componentes úteis existentes em uma massa heterogênea de resíduos. Isto poderá ser feito nos próprios locais de geração (residências, escritórios, comércio, indústrias, etc.) ou ainda em uma central de triagem que poderá ser uma empresa criada com esta finalidade.

Para este autor, esta separação prévia deve começar nos próprios locais de geração, isto porque apresenta um custo operacional menor, já que ficou provado que a implantação de centros de triagem, não só supera os métodos alternativos de disposição final de resíduos, como também os produtos separados superam em valor de mercado aos da matéria prima virgem.

Segundo VILLALBA, N.; BUSTABAD, P. & WAVARRO, P. (1992), tem se conceituado as unidades de reciclagem de resíduos sólidos urbanos como aquelas instalações industriais que têm a partir do lixo a recuperação diversos materiais como: papel, papelão, vidro, plásticos e ferrosos e não ferrosos. Eles denominaram estas instalações como de "recuperação", porque normalmente

não se realiza ali uma reciclagem dos materiais, se não uma recuperação e venda destes produtos às empresas recicladoras, que são as que realizam uma transformação e posteriormente os introduzem no ciclo normal de consumo.

Fica também salientado por esses autores, como base em unidades existentes na Espanha, que não é possível cobrir os custos operacionais com a venda destes materiais separados, embora a venda dos mesmos esteja sempre garantida, ou seja, sempre existem indústrias interessadas.

KOLIAS, P. S. (1992), sobre o problema dos resíduos sólidos urbanos salienta que é necessário melhorar o sistema de coleta, em combinação com a execução de um programa planejado corretamente para o meio ambiente com objetivos futuros. Isto deve ser feito desenvolvendo-se técnicas e estratégias baseadas em tecnologia existente em países com experiências em reciclagem. Porém, é salientado pelo autor a necessidade de se realizar um estudo de mercado para os produtos recuperados, assim como estabelecer os incentivos e estratégias para uma renda eficaz de venda dos produtos a serem reciclados.

AMAZONAS (1992), salienta que a reciclagem de resíduos, além de contribuir com a proteção do meio ambiente, contribui também com a política de economia de matéria prima. Ele esclarece também que devido à disponibilidade de matérias primas e a fatores culturais, o Brasil está entre os países que mais desperdiçam recursos naturais. Para este autor, os resíduos representam uma percentagem das necessidades de matérias primas, chegando a cobrir em certos casos a totalidade da demanda.

A título de exemplo o autor cita:

- A indústria de papéis recicla anualmente mais de 1,5 milhões de toneladas de papéis usados;
- A siderurgia utiliza 11 milhões de toneladas de sucata;
- A indústria de vidro recicla cerca de 200 mil toneladas de cacos de vidros.

Assim, para suprir ou regular esta demanda, de acordo com AMAZONAS (1992), os fabricantes têm-se obrigados a importar resíduos de papéis onde a coleta seletiva é bem organizada. O setor de papel importou 56 mil toneladas de aparas entre 1986 e 1987, num custo total de mais de 4,0 milhões de dólares; e, o setor siderúrgico importa anualmente cerca de 45 milhões de dólares em sucatas, que poderiam ser integralmente recuperadas no mercado interno. Conforme ainda AMAZONAS (1992), uma estimativa conservadora realizada em 1986 considera que dos 18 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos produzidos anualmente no Brasil, cerca de 60% poderiam ser reaproveitados, o que significaria uma grande economia pela recuperação de:

- 40 mil toneladas de metais ferrosos;
- 40 mil toneladas de metais não ferrosos;
- 150 mil toneladas de papelão;
- 45 mil toneladas de plástico duro;
- 65 mil toneladas de filme plástico;
- 80 mil toneladas de vidro;
- 8 milhões de toneladas de composto orgânico;
- 2 milhões de toneladas de rejeitos combustíveis.

Finalizando, o autor conclui:

- O aumento real da produção de resíduos sólidos urbanos é de 5% ao ano (devendo dobrar em 15 anos) e a tecnologia de tratamento e eliminação de resíduos tem apontado na direção de soluções "integradas de reciclagem", onde no entanto, a disposição final em aterros sanitários continua contemplando os maiores volumes;

- A região da grande São Paulo é a maior geradora de resíduos do país, mas também é onde se reciclam mais matérias primas devido, notadamente, a proximidade das indústrias consumidoras;

- A implantação de reciclagem, juntamente com uma coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos com a participação popular, além de facilitar a sua reciclagem tem ainda suas vantagens econômicas e ambientais;

- A reciclagem do lixo surge como uma alternativa para a produção de menores volumes de lixo destinados aos aterros sanitários, aumentando a sua vida útil. Materiais como o plástico, vidro e metais, além de não degradarem facilmente ocupam sempre um precioso espaço nos aterros sanitários.

PEREIRA NETO (1991), sobre o desperdício anual com o lixo apresenta os valores constantes da Tabela 12.

Nos EUA, conforme BOTELHO FILHO (1991), o processo de reciclagem iniciou-se a partir da década de 70 com a crise de petróleo. Os custos maiores de energia tornaram mais atraente a reciclagem de metais, vidro e papel. Estes componentes do lixo passaram a ser vistos como matéria prima industrial. Ainda de

Tabela 12 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DO LIXO BRASILEIRO E RECEITA MÉDIA ANUAL

MATERIAIS	PERCENTUAL EM PESO (%)	QUANTIDADE DISPONÍVEL (t/ano)	PREÇO MÉDIO UNITÁRIO (US\$/t.)	RECEITA MÉDIA ANUAL (US\$)
Papel e Papelo	26,5	9.575.775	1,00	9.575.775,00
Plásticos	2,9	1.047.915	3,30	3.458.120,00
Vidros	1,6	578.160	0,60	346.896,00
Metais Fer- rosos	1,4	505.890	2,60	1.315.314,00
Metais não Ferrosos	0,9	325.215	25,10	8.162.896,00
Trapos	0,2	72.270	0,90	65.043,00
Borracha	0,3	108.405	1,25	135.506,00
Couro	0,1	36.135	0,50	18.068,00
Madeira	0,1	36.135	0,35	12.647,00
Putrescível				
Matéria Orgânica	48,0	13.008.600	0,95	12.358.170,00
Outros	18,0	6.504.300	-	-
TOTAL	100	36.135.000	-	35.448.435,00

Fonte: Adaptado de PEREIRA NETO (1991)

acordo com BOTELHO FILHO (1991), apesar de suas vantagens, a reciclagem alcança só 25% do total do lixo produzido nos EUA. No Japão 50% são atingidos.

KIMOTO (1992), aponta que recentes estudos revelam que o montante do desperdício brasileiro atinge a 46 bilhões de dólares ao ano, ou aproximadamente 10% do PIB, resultante de matérias primas que poderiam ser melhor "aproveitadas e recicladas", fruto da ineficiência, métodos obsoletos e atraso tecnológico, reservas de mercado, desperdício de tempo, combustível, recursos humanos, etc.

Para o autor, a cultura do reaproveitamento deve começar em breve a vencer o desperdício. Além de ser menos poluidora e agressiva ao meio ambiente, a reciclagem proporciona 74% a menos de poluição do ar, 35% menos de poluição da água e um ganho de energia de ordem de 64%. Conforme dados do GREENPEACE, in KIMOTO (1992), tem-se:

- Antes de ir para o lixo, o papel pode ser reciclado até 8 vezes, poupando inúmeras árvores;
- Na França, os envelopes de papel reciclado depositados nos correios chegam antes daqueles de papel puro;
- Na Alemanha entrará em vigor uma lei onde o produtor e o vendedor serão obrigados a recuperar embalagens de produtos comercializados.

Conforme KIMOTO (1992), tem-se a Tabela 13 referente à fabricação de 1 (uma) tonelada de papel.

Tabela 13 - FABRICAÇÃO DE 1,0 TONELADA DE PAPEL: NECESSIDADES DE MATERIA PRIMA, AGUA E ENERGIA

Materia Prima	10 a 20 árvores	1,2 t. de papel reciclado
Consumo de Agua (m ³)	10,0	2,0
Consumo de Energia (MW/h)	5,0	2,5

Fonte: KIMOTO (1992)

De acordo com valores apresentados na Tabela 13, pode-se concluir que com a utilização de papel reciclado para a fabricação de papel novo gasta-se muito menos energia, bem como gera-se muito menos poluição hídrica devido ao menor consumo de água e ainda evita-se a derrubada de árvores.

Conforme dados contidos em AMAZONAS (1992), a reciclagem de cada tipo de material proporciona:

PAPEL - A reciclagem de papéis usados promove uma redução efetiva no corte de árvores (cerca de 15 árvores adultas por tonelada de papel de primeira produzido, contra 1,2 tonelada de papel recuperado do lixo), economiza energia (2.500 KW/t no processo convencional), consome menor volume d'água (2.000 l/t contra 10.000 l/t no sistema convencional a partir de celulose de primeira) e com isso minimiza o tamanho das estações de tratamento de efluentes, diminuindo a poluição atmosférica e dos corpos d'água.

Convém salientar que estes valores para fabricação de 1,0 tonelada de papel apresentados por AMAZONAS (1992) coincidem com KIMOTO (1992).

VIDRO - O vidro é composto de matérias primas minerais, extraídas e processadas com impacto ambiental e alto custo energético. A utilização do caco de vidro como matéria prima, o qual já possui a composição completa de vidro e ainda se funde a temperaturas mais baixas do que no processo convencional, proporciona grande economia de energia (cada 10% de cacos adicionados há uma redução de 4 a 5% no consumo de energia).

METAIS - Analogamente às considerações vistas para o vidro, a reciclagem das sucatas metálicas promove uma sensível redução nos custos energéticos (95% para o alumínio), além de poupar o meio ambiente do grande volume de resíduos de minérios (rejeitos, finos, lamas vermelhas, águas ácidas, etc.).

PLASTICO - Sendo o petróleo a sua principal matéria-prima, pode-se seguir o mesmo raciocínio visto para o metal, com o agravante de ser uma matéria-prima importada em 50%.

Ainda dentro da mesma filosofia sobre os benefícios que a reciclagem do lixo proporciona, tanto no consumo de energia quanto na redução dos efeitos poluentes dos processos industriais, BOTELHO FILHO (1991) destaca que com a reciclagem, a redução no consumo de energia, em relação à energia necessária para produzir o produto a partir da matéria-prima original, é a seguinte:

- Alumínio: menos 95% do que para produzir a partir da bauxita;
- Aço: menos 65% a 70% quando produzido a partir de sucata;
- Papel Jornal: menos 50% com papel reciclado do que diretamente da polpa da madeira; e,

- Vidro: redução de 60% a 70% no consumo de energia.

Segundo BOTELHO FILHO (1991), a outra consideração que pode ser feita com relação à reciclagem do lixo diz respeito à poluição do ar e da água, como pode ser observado a seguir:

- Aço produzido de sucata: redução de 85% de poluição do ar e 76% da poluição da água (além de poluir menos no processo industrial, o reaproveitamento não gera os resíduos da mineração); e,

- Papel: menos 74% de poluição do ar e menos 35% de poluição da água (além de reduzir a destruição das florestas em proporção igual à tonelagem de papel que está sendo reciclada).

Para MONTEIRO & MANSUR (1987), a reciclagem de materiais recuperáveis existentes nos resíduos sólidos urbanos é um método de tratamento e disposição que vem assumindo uma importância cada vez maior no mundo em virtude das vantagens econômicas, sociais e sanitárias que este processo pode apresentar em relação aos outros métodos. É um método que deve ser encarado como uma forma de recuperação energética especial quando associado a um sistema de compostagem.

Dentro deste enfoque, MONTEIRO & MANSUR (1987) classificam as diversas formas de processamento do lixo urbano, de acordo com a maior ou melhor recuperação energética de cada processo adotado.

Assim tem-se:

a) Máximo índice de recuperação

Aí se enquadra a seleção de materiais existentes no lixo que poderão ser reutilizados sem nenhum outro beneficiamento industrial que não a lavagem e esterilização. Citam-se como

exemplo garrafas não danificadas de refrigerantes ou de cerveja. Neste caso não há perda de nenhum insumo energético aplicado nas diversas etapas de fabricação daquele produto e, além disso, a energia despendida para torná-lo novamente utilizável é mínima.

b) Médio índice de recuperação

Neste caso está a recuperação de certos materiais que necessitam de um beneficiamento industrial que os transformarão novamente em matéria prima reutilizável. Como exemplo tem-se os cacos de vidros que deverão ser limpos, moídos e refundidos para possibilitar uma reutilização. Observa-se que a energia utilizada na última fase de transformação do produto foi perdida e, além disso, há uma maior absorção energética no processo de recuperação.

c) Recuperação biológica

Trata-se de uma particularização do item "b" anterior. É o caso da decomposição aeróbia do lixo, com a produção de composto orgânico estabilizado, uma fonte energética importante a ser absorvida por culturas agrícolas, e da decomposição anaeróbia, com obtenção de combustível gasoso (CH_4) e, eventualmente, adubo orgânico.

d) Baixo índice de recuperação

Insere-se neste item a incineração de materiais com poder calorífico relativamente alto, ou seja, plásticos, borracha, trapos de pano, couro, etc. Neste caso estão sendo desperdiçadas todas as transformações industriais sofridas pela matéria-prima básica até a obtenção do produto final. Para exemplificar: um saco plástico feito com polietileno de baixa densidade tem poder calorífico semelhante ao óleo combustível, e portanto podem ser

comparados enquanto fonte energética para produção de energia. Acontece que o saco plástico recebeu muito mais energia no seu processo de fabricação, energia essa que é totalmente perdida quando é utilizado para queima em fornos ou caldeiras, sendo portanto baixo o índice de recuperação.

De acordo com PEIXOTO (1988), a implantação de sistema de reciclagem do lixo urbano é uma operação altamente compensadora, pelos benefícios que produz à sociedade quer por efeitos diretos e indiretos seja na geração de empregos, geração de produtos e ainda como fator no aumento de receitas fiscais através de uma legislação específica.

Para demonstrar esta assertiva, PEIXOTO (1988) apresenta uma série de justificativas dentro das áreas econômica, ecológica e de saúde pública, que apontam as vantagens do sistema de reciclagem, utilizando uma usina de beneficiamento:

AREA ECONOMICA

a) Exequidade do Projeto:

Existem grupos empresariais capazes de, técnica e financeiramente, realizar o empreendimento, dispondo de estudos necessários e experiência administrativa. Acrescente-se a isto, a inexistência de obstáculos institucionais, visto ser um projeto de interesse da própria comunidade.

b) A Estabilidade do Projeto:

O grau de utilização de um sistema de reciclagem transcende o momento imediato, devido o crescente e contínuo aumento dos resíduos sólidos, postulando o seu funcionamento não só para o

presente mas, também, no futuro.

c) Matriz Geradora de Empregos Diretos e Indiretos:

Absorve, de modo direto, mão-de-obra não qualificada, mão-de-obra com níveis técnicos diferenciados e de nível superior. Por outro lado, na sua implantação surgem indiretamente novas fontes de trabalho como a criação do comércio e de pequenas indústrias que utilizarão os subprodutos do lixo.

d) Matriz Geradora de Produtos:

A implantação da reciclagem será fonte geradora de diversos produtos os quais influenciarão diretamente três setores, a saber:

- Setor Agrícola: será fomentado pela utilização de composto produzido através da matéria orgânica do lixo;
- Setor de Divisas: com a utilização do composto orgânico, permitindo uma redução no volume de compras de fertilizantes;
- Setor Industrial: terá uma nova opção de insumos pelo reaproveitamento, por exemplo, dos vidros, papéis, metais, plásticos, couro, etc.

e) Fator de Aumento das Receitas Fiscais do Estado:

Pela taxação dos subprodutos através de futura legislação específica para este comércio.

AREA ECOLOGICA

A usina de beneficiamento atua como agente de fundamental importância em três aspectos essenciais:

- a) Como agente não poluidor, na medida em que evita a poluição da atmosfera, da água e do solo, atenuando ainda os aspectos visuais e olfativos, comuns em outras alternativas de disposição;

- b) Como agente de conservação e proteção dos recursos naturais, contribuindo para o equilíbrio ecológico, tanto pela proteção dos mananciais hídricos, como pela preservação das matas, favorecida, por exemplo, através da recuperação do papel que redundaria em menor número de árvores abatidas para a produção deste material. A usina preserva ainda o solo e áreas verdes, por necessitar de área reduzida e sem ampliações, em oposição aos aterros;
- c) Como agente de proteção da fauna e flora existentes, pela própria proteção dos ecossistemas que ela exerce.

AREA DE SAUDE PUBLICA

Gera impacto positivo nas condições sanitárias, reduzindo a degradação ambiental decorrente do lançamento do lixo de forma desordenada, pela população e pelos órgãos responsáveis pela coleta domiciliar. Reduz ainda a poluição pontual, provocada pelos aterros sanitários ou controlados, de forma proporcional à redução do volume de lixo a ser disposto nesses pontos.

Preserva a população do aspecto físico dos resíduos sólidos que, além de serem desagradáveis à vista apresentam maus odores, têm o inconveniente maior de atrair moscas, que são responsáveis pela transmissão de cerca de 23 doenças, entre as quais a febre tifóide, salmonelas e desenterias; baratas, que podem provocar a febre tifóide, cólera, amebíase e giardíase; ratos, que transmitem tifo murino, leptospirose e diarreias; e urubus, que abrigam vírus da toxicoplasmose e ainda podem provocar acidentes aéreos.

Das doenças transmissíveis, a enterite e as diarreias são responsáveis, ainda hoje, pelo elevado número de óbitos, existindo patente correlação entre o alto índice de mortes causadas por moléstias infecciosas e parasitárias e as condições sanitárias existentes, em que a irregularidade na coleta domiciliar e a disposição inadequada do lixo contribuem de forma efetiva.

Torna-se importante salientar a opinião de CLAUDIO (1991), que a reciclagem é uma postura que o mundo inteiro está adotando, que o Brasil também tem de adotar mas, que é bom ressaltar, mesmo nas melhores experiências no mundo não se conseguiu eliminar mais do que 15% do total do lixo urbano.

3.5.1. SEPARAÇÃO PREVIA DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS

Conforme já citado anteriormente, de acordo com DEAN (1992), para se ter uma maior eficiência na reciclagem em uma comunidade é importante sempre uma separação prévia dos componentes úteis existentes em uma massa heterogênea de resíduos.

Segundo MAN (1992), na Europa e em particular na Comunidade Econômica Européia, se fazem cada vez mais esforços em uma escala para a separação destes resíduos.

As técnicas utilizadas atualmente na separação prévia dos materiais recicláveis compreendem a da coleta seletiva e da coleta segregativa.

3.5.2. COLETA SELETIVA

De acordo com TEIXEIRA (1993), a coleta seletiva é aquela realizada segundo o tipo de fonte geradora, tais como lixo industrial, lixo residencial, lixo hospitalar, lixo comercial e lixo de feiras.

E sem dúvida um sistema de coleta que tem um custo operacional superior ao da coleta conjunta, embora possa ter um ganho ambiental muito maior, com o destino adequado dos resíduos perigosos.

3.5.3. COLETA SEGREGATIVA

Este tipo de coleta que vem sendo usado em alguns países da Europa, como na Holanda, Dinamarca, Grécia, segundo KOLIAS (1992), compreende a separação nas próprias residências ou indústrias em recipientes distintos dos materiais recicláveis como papel, papelão, vidros, plásticos, ferroso, não ferrosos que posteriormente serão coletados. Embora, este tipo de coleta represente um esforço maior por parte da população, muitas vezes é mais econômica do que a separação em unidades de triagem, nos aterros sanitários ou mesmo nos lixões, conclui KOLIAS (1992).

E importante salientar que para o perfeito funcionamento seja da coleta seletiva, como da segregativa e da reciclagem, é o estabelecimento de um programa de esclarecimento de seus objetivos à população. Este programa poderá incluir as seguintes linhas de ação:

- divulgação através de jornais, rádio e televisão dos objetivos do trabalho;
- reuniões com comunidades locais;
- confecção de painéis para serem afixados em locais públicos;
- trabalho junto às escolas, conscientizando às crianças de sua importância no processo.

Embora importante do ponto de vista da mobilização da população em torno do problema e de promover o resgate de matéria e energia, os custos deste investimento nem sempre são cobertos pela comercialização dos materiais. Ao contrário, deve-se ter o cuidado de não imprimir à proposta uma expectativa de lucro sob pena de ver frustrados os planos em relação ao custo/benefício do sistema.

Este sistema assume importância, por outro lado, do ponto de vista dos impactos ambientais no sentido em que diminui a descarga para o meio ambiente de materiais não biodegradáveis, contribuindo assim para o aumento da vida útil dos sistemas de disposição final de resíduos.

A coleta seletiva, bem como a segregativa, segundo MANDELLI et alii (1991), surge da necessidade de melhorar as características do tratamento com a redução dos problemas quantitativos do mesmo. Conforme os autores, com um sistema de coleta bem organizado, é possível diminuir, no máximo, de 15% em peso dos resíduos.

Para PEIXOTO (1988), a implantação de sistema de reciclagem e compostagem ajuda em muito a sua operação se conjuntamente for

iniciado o de coleta seletiva. Mas ele salienta que a adoção da coleta seletiva em larga escala deverá ser precedida de uma profunda análise das potencialidades do mercado comprador de produtos recicláveis, a fim de que não haja uma dicotomia entre a fonte produtora de insumos industriais e a capacidade da indústria instalada em absorver este tipo de material. Esta preocupação não se estende ao reprocessamento do material orgânico, já que o composto orgânico poderá ser disposto em qualquer área sem ocasionar problemas ambientais.

A cidade brasileira que primeiro adotou a coleta seletiva conforme MARINI (1992), foi a cidade de Curitiba, seguida também por São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Distrito Federal. Pesquisas internacionais, ainda segundo a mesma autora, atestam que a coleta seletiva usando a reciclagem reduz em 20% o volume de lixo coletado e, em Curitiba, a seleção do lixo reciclável alivia em 20% o depósito do aterro sanitário localizado na região de Caximba.

AMAZONAS (1992), conclui que a implantação da coleta seletiva é uma iniciativa que irá reforçar o setor da reciclagem, tanto pelo aumento da oferta de materiais quanto pelo apoio à organização de catadores e depósitos de ferro velho, entre outros. O poder público poderá atuar no outro extremo do processo, criando uma demanda por produtos reciclados, como: papéis para impressos, cadernos para escolas públicas, formulários públicos, plásticos para materiais e escritórios, etc.

Dentro do espírito da organização de catadores de lixo, a REVISTA LIMPEZA PUBLICA (1991-B), destaca a criação, com o apoio

da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (RS), da Cooperativa Reciclar, com o objetivo de destinar adequadamente o lixo urbano e ainda proporcionar uma valorização do trabalho destes catadores. Com base nisso, foi desenvolvido um sistema de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar para aquele município, o qual opera mais de 100 toneladas diárias de resíduos coletados. A Cooperativa Reciclar, junto a qual trabalham mais de 110 catadores, movimenta mensalmente cerca de US\$ 15.000,00, com a venda de aproximadamente 400 toneladas por mês de materiais recicláveis para indústrias.

3.5.4. MATERIAIS RECICLÁVEIS

Dentre os materiais encontrados e que poderão ser reciclados na massa heterogênea do lixo urbano, pode-se citar: papel, papelão, plásticos, vidro, materiais ferrosos, materiais não ferrosos, couro. Conforme já citado anteriormente, o reaproveitamento destes materiais não só permite um retorno econômico, bem como permite uma conservação de matérias primas, e de energia um ganho na qualidade de vida e uma vida útil maior dos locais de disposição final.

Segundo THOMPSON (1993), os preços em abril de 1993 de venda destes materiais aos sucateiros são os apresentados na Tabela 14.

A reciclagem destes materiais atualmente no mundo é a seguinte:

a) Papel e Papelão

Sobre a reciclagem de papelão no Japão, SEO (1992), informa que toda terceira segunda-feira do mês, voluntários do grupo de

Tabela 14 - PREÇOS DOS MATERIAIS RECICLAVEIS
EM ABRIL DE 1993

MATERIAL	US\$/kg
Formulários Contínuos (computador)	124,00
Latas (flandres)	10,50
Aparas Mista (sulfites, folhetos)	68,20
Papel (vários)	30,40
Papelão	41,80
Vidro	37,20
Ferro (sucata)	24,80
Plásticos	54,20

Fonte: Adaptado de THOMPSON (1993)

reciclagem de caixas de leite da cidade de KAWASAKI vão para frente de um supermercado para receber caixas de leite usadas dos compradores, que serão posteriormente encaminhadas para uma indústria de polpa de papel que as recicla para produção de papel higiênico. Ainda de acordo com SEO (1992), o Centro do Japão Limpo informa que a energia usada para reciclar estas caixas de leite, incluindo a lavagem, transporte e armazenamento, corresponde a 60% da energia gasta para queimá-las. São produzidas diariamente cerca de 12 milhões de caixas de papelão. São necessários 200 kg de petróleo para fazer uma tonelada de papel reciclado (1/3 do necessário para fazer 1 tonelada de papel novo).

COSTA (1991-A), salienta que é mais econômico fabricar papel a partir de matéria prima reciclada. Em primeiro lugar não são necessários elevados investimentos em reflorestamento, que exigem áreas extensas para plantação de pinheiros ou eucaliptos, de onde se retira a celulose. Cada tonelada de papel velho evita que de dez a vinte árvores adultas sejam cortadas. Os equipamentos para produção de papel reciclado são menos sofisticados e onerosos, e o processo todo consome muito menos energia elétrica. Outra vantagem importante do reaproveitamento do papel velho, segundo ainda o mesmo autor, diz respeito à poluição dos rios, que muitas vezes, embora de forma inadvertida, recebem os efluentes altamente tóxicos das indústrias de celulose.

De acordo ainda com COSTA (1991-A), em levantamento da revista norte-americana PULP & PAPER INTERNATIONAL, no Brasil, de uma forma um tanto artesanal, recicla-se um terço de todo papel

que é produzido anualmente - 4,8 milhões de toneladas em 1989. Das 146 fábricas de papel instaladas no Brasil, cerca de 50% reciclam papel. Nos EUA o nível de aproveitamento de aparas e papel velho poderia alcançar os maiores índices, já que é um dos maiores produtores mundiais. No entanto, em 1989 quando a produção atingiu 69,5 milhões de toneladas, somente 24,5% vieram da reciclagem. A campeã do reaproveitamento é a Holanda. Lá, dos 2,4 milhões de toneladas produzidas de papel, 69% provém da reciclagem. A Espanha, Dinamarca e Israel possuem índices que ultrapassam 60%. Japão e França não chegam a 50% e o Brasil aparece com aproximadamente 30% de reaproveitamento.

Para se ter uma ideia geral da reciclagem do papel no mundo, COSTA (1991-A) apresenta um levantamento da FAO o qual está mostrado na Tabela 15.

Segundo aquele autor, apara é o nome comercial dos resíduos de papel, cartão e papelão, que passa por processo manual de separação, escolha, classificação e enfardamento. O autor ainda esclarece que toda apara a ser reciclada deve estar isenta de impurezas, tais como: corda, pedra, madeira, metais, vidro, plásticos, bem como isenta também de matéria orgânica, como o que ocorre nos papéis higiênicos, guardanapos e outros papéis e embalagens.

Segundo LOPES (1993), o mercado fornecedor de aparas tem a estrutura indicada na Figura 3.

Tabela 15 - A RECICLAGEM DE PAPEL NO MUNDO EM 1988

PAIS	PERCENTAGEM DE RECICLAGEM	PAPEL VELHO USADO NA FABRICAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO (1.000 t)	TOTAL DE FIBRA USADA PARA PAPEL E PAPELÃO (1.000 t)
Holanda	68,9	1.640	2.380
Dinamarca	65,7	216	329
Espanha	62,4	2.099	3.365
Israel	60,1	110	183
Reino Unido	59,8	2.417	4.039
Hungria	54,2	324	598
Japão	49,3	12.437	25.227
França	48,2	2.812	5.830
Alemanha (Ocidental)	47,6	4.522	9.500
Colômbia	47,3	261	552
Suiça	47,1	565	1.199
Portugal	45,7	300	656
Austria	41,9	1.004	2.394
Chile	35,8	138	385
Argentina	31,9	353	1.106
Brasil	29,9	1.429	4.782
Uruguai	26,8	19	71
Estados Unidos	24,4	17.745	72.725
Canadá	10,4	1.811	17.457

Fonte: COSTA (1991 - A)

Conforme esclarece o mesmo autor, o aparista efetuará a compra diretamente na fonte geradora, sempre que essa gerar quantidades de aparas suficientes para tornar economicamente viável a operação. São geradas neste processo as aparas de melhor qualidade.

O sucateiro faz também a retirada de aparas junto à fonte geradora, em geral edifícios, indústrias e comércio, fornecendo-as em seguida ao aparista. Nesta operação são geradas as aparas de "segunda".

Finalmente, na estrutura básica que se inicia pelo catador, são geradas as aparas de qualidade inferior.

Relativamente a origem e utilização de aparas no Brasil, LOPES (1993) apresenta dados relativos ao ano de 1990, mostrados nas Tabelas 16 e 17, respectivamente.

De acordo com os dados da Tabela 17, LOPES (1993) esclarece:

- O segmento onde são geradas as aparas de melhor qualidade (Indústria e Comércio), já está sendo bem explorado;
- As residências são a principal fonte a ser explorada. Sua viabilidade depende de projetos de coleta seletiva.

Sobre o potencial de utilização de aparas no Brasil, o mesmo autor apresenta os dados mostrados na Tabela 18.

Tabela 16 - ORIGEM DE APARAS NO BRASIL EM 1990

Origem das aparas	Porcentagem, %
Atividades Industriais e Comerciais	86
Residências	10
Outros	4

Fonte: LOPES (1993)

Tabela 17 - PRODUTOS FABRICADOS COM APARAS NO BRASIL EM 1990

Utilização	Porcentagem, %
Papel para Embalagem	80
Papel para fins sanitários	18
Papel para Imprimir e Escrever	2

Fonte: LOPES (1993)

Tabela 18 - POTENCIAL E UTILIZAÇÃO DE APARAS NO BRASIL EM 1990

Produção de Papel	4716 mil.t
(-) Exportações	(663) mil.t
Consumo Aparente Nacional	4053 mil.t
(-) Papéis Irrecuperáveis	(1000) mil.t
(-) Consumo de Aparas	(1451) mil.t
Potencial de Recuperação	(1602) mil.t

Fonte: LOPES (1993)

Com base nos dados da Tabela 18, LOPES (1993) conclui que existe um potencial para dobrar o consumo de aparas, e para que isto aconteça é necessário que se crie uma estrutura de demanda, que se faça uma boa coleta seletiva para melhorar a qualidade do resíduo, desde que se consiga recuperar estas aparas de forma técnica e economicamente viável, pois os resíduos atualmente em sua grande parte são encaminhados aos lixões.

Sobre a reciclagem do papel no Brasil, ainda o mesmo autor apresenta dados indicados na Tabela 19, relativa ao período de 1981 a 1990.

Como se vê, de acordo com os dados da Tabela 19, salienta o mesmo pesquisador que a percentagem de reciclagem no Brasil nos últimos 10 anos tem se mantido em torno de 30%.

De acordo ainda com LOPES (1993), os centros industriais mais desenvolvidos e as regiões onde a situação sócio-econômica e cultural é mais avançada, são os locais onde a reciclagem acontece com maior intensidade, como pode ser visto na Tabela 20.

Com referência à taxa de reciclagem do papel no mundo, o mesmo autor apresenta a seguinte situação, conforme indicado na Tabela 21.

Para LOPES (1993), a taxa de reciclagem no Brasil, da ordem de 30%, é considerada satisfatória, tendo em vista a vocação natural do nosso país para a produção de fibras virgens, onde a extensão territorial e as condições climáticas são propícias. Enquanto no Brasil as árvores estão prontas para o primeiro corte em 6 (seis) anos, em outros países este prazo é superior a 20 anos. Os países que possuem taxa de reciclagem superiores às

Tabela 19 - RECICLAGEM DO PAPEL NO BRASIL NO PERÍODO DE
1981 A 1990

ANO	PRODUÇÃO DE PAPEL mil.t	PAPEL RECICLADO mil.t	PERCENTAGEM DE RECICLAGEM
1981	3102,6	919,1	29,6
1982	3328,6	966,0	29,0
1983	3416,7	1003,3	29,4
1984	3742,3	1085,2	29,0
1985	4021,4	1155,0	28,7
1986	4525,6	1390,3	30,7
1987	4711,7	1488,5	31,6
1988	4683,9	1428,6	30,5
1989	4871,3	1595,5	32,7
1990	4715,8	1450,6	30,7
MEDIA	4112,0	1248,2	30,2

Fonte: Adaptado de LOPES (1993)

Tabela 20 - CONSUMO DE APARAS NO BRASIL POR REGIÃO
EM 1990

ESTADO	CONSUMO EM mil.t	%
São Paulo	677,0	46,6
Paraná	201,6	14,2
Minas Gerais	146,0	10,0
Rio de Janeiro	125,4	8,6
Santa Catarina	110,1	7,6
Rio Gde. do Sul	71,2	4,9
Demais Estados	114,8	8,1
TOTAL	1446,1	100,0

Fonte: LOPES (1993)

Tabela 21 - RECICLAGEM DO PAPEL NO MUNDO EM 1990

PAIS	APARAS (1000 t)	PRODUÇÃO DE PAPEL (1000 t)	PERCENTAGEM DE RECICLAGEM
Taiwan	3403	3403	100
Dinamarca	267	335	79,7
México	2148	2871	74,8
Coreia do Sul	3342	4524	73,8
Holanda	1820	2742	66,4
Espanha	2209	3445	64,1
Venezuela	373	609	61,2
U. K.	2847	4824	59,0
Colômbia	300	534	56,1
Índia	1250	2295	54,4
Japão	14613	28086	52,0
Alemanha (Oc.)	6071	12547	48,4
França	3295	7049	46,7
Indonésia	649	1438	45,1
Itália	2504	5601	44,7
Portugal	339	781	43,4
Austrália	841	2011	41,8
Áustria	1760	4227	41,6
Grécia	130	347	37,4
Argentina	332	926	35,8
Brasil	1453	4715	30,7
China	4170	13719	30,4
U. S. A.	19769	71519	27,6
África do Sul	510	1904	26,7
Bélgica	265	1198	22,1
Canadá	1789	16466	10,8

Fonte: Adaptado de LOPES (1993)

noossas, têm características bem definidas, onde destacam-se entre outras, a escassa extensão territorial, sem condições para reflorestamento.

No tocante as vantagens para reciclar o papel, LOPES (1993) destaca a redução no volume de lixo que ocorrerá, principalmente nos grandes centros como São Paulo, onde a situação dos lixões e aterros controlados já é alarmante. Quanto as dificuldades, o autor destaca:

- a) Falta de homogeneidade das aparas, com mistura de fibras curtas e longas, cada qual com sua característica particular;
- b) Os investimentos em equipamentos para um adequado tratamento e recuperação de fibras são elevados;
- c) Eliminação das impurezas e materiais proibitivos presentes na massa de papel, provenientes da desagregação do papel, que são de grande diversidade;
- d) O descarte dos rejeitos gerados na recuperação de aparas, local para sua disposição e seu respectivo tratamento adequado em aterro sanitário;
- e) O atual sistema de coleta e fornecimento de aparas, com estrutura rígida e de amplo domínio do aparista;
- f) As embalagens cada vez mais sofisticadas dificultam a recuperação da fibra, tornando-a, às vezes, inviável.

b) Plásticos

Com relação a reciclagem de plásticos, a REVISTA LIMPEZA PUBLICA (1991-A), esclarece que apesar da grande produção de plásticos, estes usam em sua composição menos do que 5% do petróleo comercializado. Vale dizer, a maior parte do petróleo é

usado para transporte, aquecimento e energia.

Segundo esta referência, os plásticos usados comumente nos produtos domésticos, apesar de seu grande número, ajudam a reduzir drasticamente a quantidade de lixo produzido, pois se fossem usados outros materiais, como por exemplo papel, para os substituir, estes implicariam em:

- ocupar cerca de 150% mais volume que os ocupados pelos plásticos;
- o peso das embalagens aumentaria cerca de 300%;
- ocorreria um aumento de 100% na energia consumida pela indústria.

Desta maneira, os plásticos usados para embalagem ajudam a preservar as reservas naturais e o gerenciamento da coleta de lixo e da reciclagem por mais estranho que possa representar.

Ainda segundo esta mesma referência, estudos realizados na composição física do lixo domiciliar mostram que o plástico está presente numa quantidade que varia de 7% a 12% em volume. Em geral é composto de frascos, filmes e embalagens termoformadas ou expandidas. Destes, o que causa maiores problemas com relação a volume de coleta, são os frascos que devem ser prensados para diminuir o espaço ocupado. Outra constatação é que a percentagem de plásticos nos depósitos de lixo tem-se mantida constante ao longo dos últimos 15 anos, o que mostra que a quantidade de plásticos usados em embalagens vem se reduzindo cada vez mais. Informações contidas nesta referência, dão conta que o volume de plástico contido no lixo da cidade São Paulo representam 7% do volume do mesmo, enquanto que eles chegam a 12% na Europa. Citações da mesma referência, apresentam na Tabela 22 o consumo

de plásticos / habitante em alguns países. Pode ser observado naquela Tabela que em nosso país o consumo não tomou as proporções existentes nos demais, o que permite incentivar a busca de soluções convenientes para a reciclagem, antes de atingir aqueles valores.

Tabela 22 - CONSUMO DE PLASTICOS NO MUNDO EM 1990

PAIS	kg / hab.
E.U.A.	69,70
Europa	38,10
Japão	54,0
Brasil	9,78

Fonte: REVISTA LIMPEZA PUBLICA, (1991 - A)

Finalizando, a REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991-A) salienta que a reciclagem de plásticos é tanto mais fácil e econômica quanto mais eficiente for a coleta doméstica, ou seja, será necessário estimular o usuário separar os resíduos em suas residências, com a implantação do sistema de separação na origem e coleta seletiva.

Conforme COSTA (1991-B), existe hoje uma crescente preocupação dos empresários do plástico em reverter a imagem antiecológica adquirida pelos derivados do petróleo. No caso específico dos plásticos, existem soluções simples para a sua reciclagem como:

- Usando restos de artefatos de plásticos como recheio de porta; desempenhando a função preservacionista ao substituírem a madeira e evitando o abate de árvores;
- Na construção civil, o plástico reciclado pode servir de enchimento para muros e colunas;
- Sua utilização para serem consumidos em fornos de incineração, pois produzem 60% da energia total empregada, podendo também ser utilizado no aquecimento das habitações, de clubes e em empresas.

Também de acordo com COSTA (1991-B), além da reciclagem material e energética, os rejeitos plásticos podem ser convertidos quimicamente nas suas substâncias de origem e reaproveitadas pela indústria química. A hidrólise e a alcoólise de alguns plásticos produzem matérias primas para produção de novas resinas ou novos plásticos, sendo que a utilização de um outro processo dependerá apenas de sua viabilidade econômica, quando comparados com os demais tipos de reciclagem.

O reaproveitamento do plástico depende da iniciativa conjunta de municípios, através de coleta seletiva, e da indústria com a utilização de produtos reciclados. Projetos como esses necessitam de incentivos tecnológicos e financeiros, bem como do volume de rejeitos de qualidade regular a um preço economicamente viável.

De acordo com artigo no jornal FOLHA DE SAO PAULO (1992), com capital de US\$ 250 mil de investimento é possível montar uma empresa para reciclar plásticos do lixo, fabricando sacos de lixo ou tubos. Se o capital for menor - US\$ 50 mil, por exemplo, a empresa terá que ir somente até a granulação - processo pelo qual o plástico reciclado é transformado em grânulos e vai servir de matéria prima para as indústrias de embalagens. Segundo este mesmo artigo, para completar o ciclo total de reciclagem, ou seja, captação da sucata, separação, moagem, lavagem, aglutinação, extrusão e granulação à produção de sacos ou tubos, o investidor vai necessitar de uma área média de 800 m² para uma produção de cerca de 70 toneladas mensais de plástico reciclado. Conforme esta referência, para o negócio dar resultado é necessário uma operação de 24 h/d e 20 funcionários, no mínimo, trabalhando em turnos.

Informações neste mesmo artigo destacam que há entre 600 a 800 unidades industriais no Brasil operando com a reciclagem de plásticos. A produção de sucata hoje no Brasil gira em torno de 450 mil toneladas/ano e 1/3 desse valor é aproveitado através da reciclagem. Concluindo, este jornal afirma que a reciclagem significa a recuperação de um material para o uso original ou

para outra finalidade, não podendo ser usado em embalagens de alimentos, equipamentos hospitalares ou equipamentos para crianças.

c) Vidro

Quanto a reciclagem de vidros, GRANDILONE (1991), cita outras vantagens além dos ganhos econômicos e sociais. O reaproveitamento reduz em 20% o volume de lixo inorgânico das grandes cidades e 2,5% o volume total do lixo. Conforme ainda o autor, a Associação Técnica de Indústrias Automática de Vidros (ATBIAV) é responsável pela implementação de um programa de reciclagem em várias cidades brasileiras. Esta associação salienta que nem todos tipos de vidro podem ser reciclados economicamente. Os vidros temperados, que após a quebra se dividem em fragmentos pequenos demais, dificultam o seu reaproveitamento. A maior importância está nas embalagens para bebidas. Segundo esta mesma referência, a utilização do vidro reciclado reduz em até 20% o custo de produção de vidro.

d) Metais Ferrosos e Não Ferrosos

Relativamente ao aproveitamento de metais ferrosos e não ferrosos, AMANTE (1991) recomenda:

d.1. - Latas e Metais Ferrosos

Sua fundição em alto-forno, com adição de elementos químicos na produção da liga metálica, produz novas peças, de acordo com o Fluxograma da Figura 4.

d.2. - Metais Não Ferrosos, como alumínio, cobre, chumbo, zinco e outros.

Servem para a produção de painéis, fios, telhas e objetos de valor comercializados através de ligas especiais.

A utilização de metais não ferrosos pode ser ilustrada conforme o Fluxograma da Figura 5.

e) Couro

O couro, eventualmente presente no resíduo urbano, tem sua reciclagem feita utilizando-o como matéria prima para a produção de adesivos, através da desnaturação controlada, ou ainda servir como cola para compensados de madeira e afins, destaca AMANTE (1991).

3.6. FORMAS COMPLEMENTARES DE DESTINO OU TRATAMENTO DO LIXO

Como forma complementar de disposição para os resíduos remanescentes que são originados quando da implantação de programa de reciclagem, MONTEIRO & MANSUR (1987) salientam que a escolha da alternativa adequada deverá ser precedida de uma criteriosa avaliação, levando-se sempre em consideração os fatores econômicos, técnicos, sociais e sanitários.

Dentre as alternativas complementares encontradas na bibliografia pesquisada tem-se:

- Aterro Sanitário;
- Compostagem de Lixo;
- Incineração;
- Trituração;
- Pirólise;
- Produção de Energia.

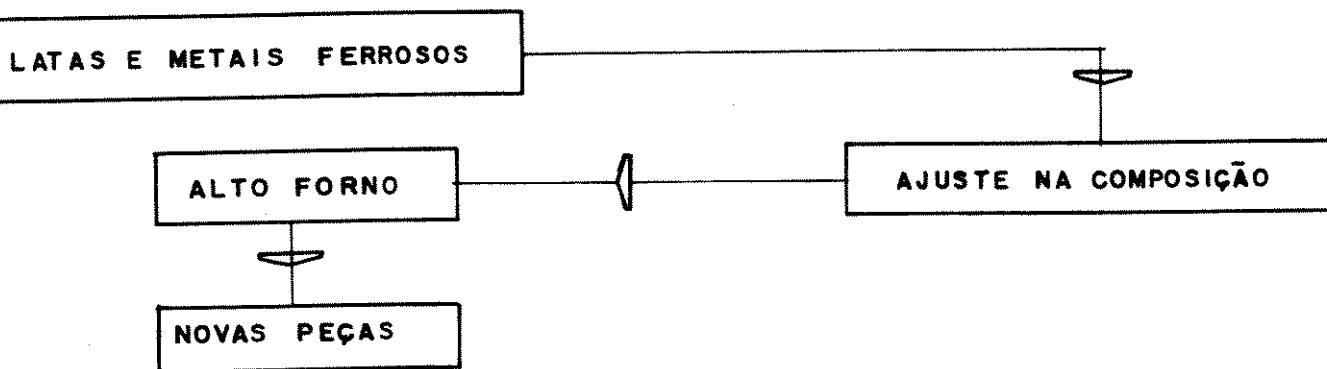


FIGURA 4- FLUXO GRAMA DA RECICLAGEM DE LATAS E METAIS FERROSOS
 FONTE: AMANTE (1991)

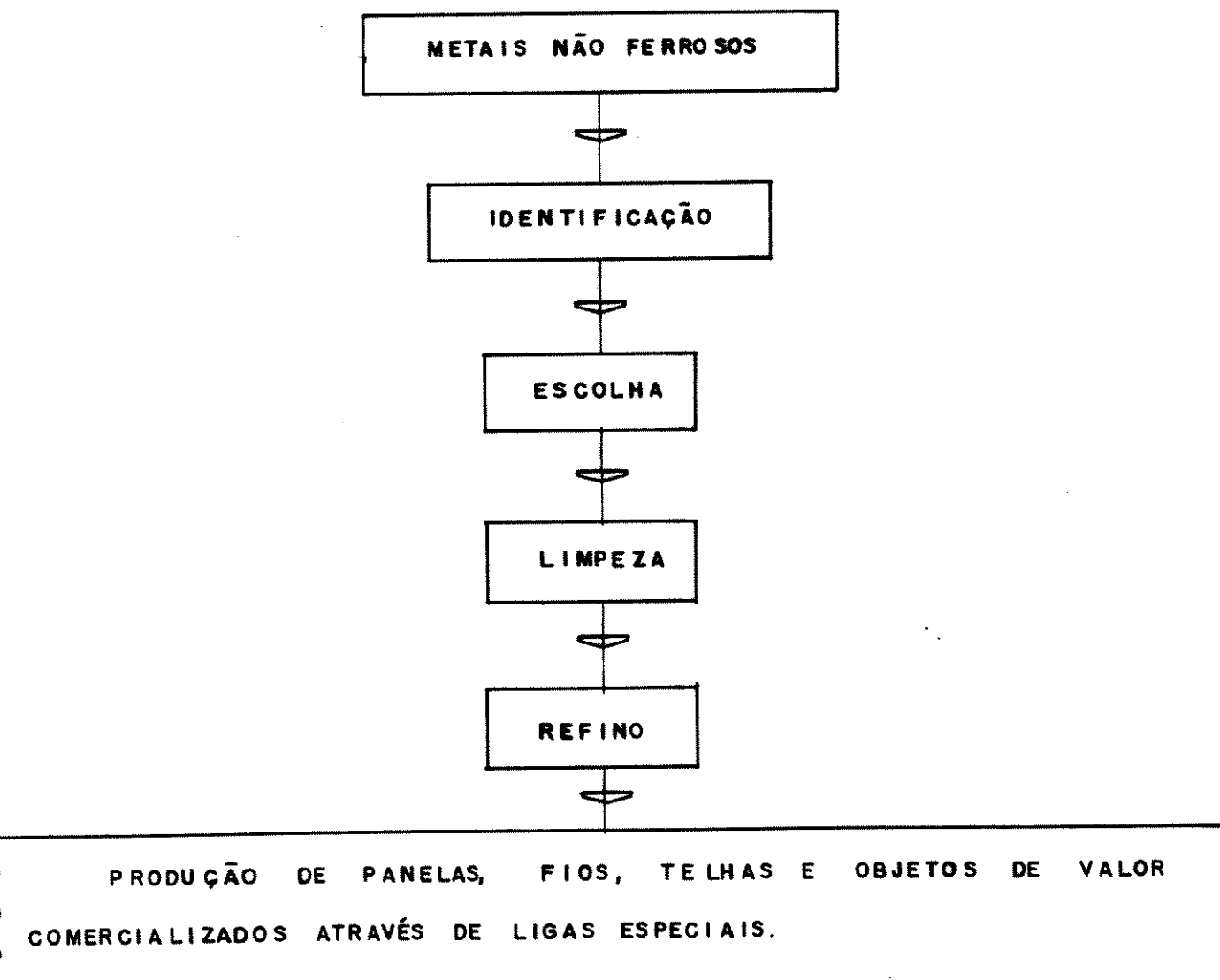


FIGURA 5- FLUXO GRAMA DA RECICLAGEM DE METAIS NÃO FERROSOS
 FONTE: AMANTE (1991)

3.6.1. ATERRO SANITARIO

Segundo LIMA (1991), a prática de aterrar lixo como forma de destino final não é privilégio da civilização moderna, pois também os antigos já faziam uso dela. Os Nabateus na Mesopotâmia (2.500 A. C.) enterravam seus resíduos domésticos e agrícolas em trincheiras escavadas no solo. Passando algum tempo, as trincheiras eram reabertas e a matéria orgânica já decomposta era removida e utilizada como fertilizante orgânico na produção de cereais.

LIMA (1991), aponta algumas vantagens desta prática como exemplo de solução de baixo custo, da disposição adequada do lixo, da capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos e das condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica. Alerta igualmente para os problemas associados a este método, que incluem a possibilidade de poluição das águas superficiais e lençóis subterrâneos pela ação do chorume, além da formação de gases nocivos e de odor desagradável. Os fatores limitantes deste método, segundo o mesmo autor, são basicamente: a disponibilidade de grandes áreas próximas aos centros urbanos que não comprometam a segurança e o conforto da população, a disponibilidade de material de cobertura diária, as condições climáticas de operação durante todo o ano e a escassez de recursos humanos habilitados em gerenciamento de aterros. Ainda de acordo com o autor, no projeto de um aterro sanitário é importante ainda não esquecer de prever um sistema de tratamento para os líquidos que percolam o mesmo durante as chuvas, bem como os que são gerados durante a

decomposição orgânica, conhecido como chorume, e também um sistema para a coleta dos gases que são produzidos durante este processo. Ainda de acordo com LIMA (1991), os processos de tratamento para este líquido atualmente empregados são:

- reciclagem ou irrigação na agricultura, como tratamento do solo;
- tratamento em lagoas de estabilização;
- tratamento químico;
- tratamento por filtros biológicos;
- tratamentos por processos fotossintéticos;
- processos mistos.

A CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (1980) define o aterro sanitário como um processo utilizado para a disposição em particular de resíduos sólidos domiciliares no solo, segundo critérios de engenharia e normas operacionais específicas que permitam uma confinamento segura em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

GANDOLLA (1983), alerta para a necessidade deste processo em qualquer sistema de tratamento e disposição final, cuja abstenção compromete ou torna impossível a eliminação controlada de resíduos, podendo prejudicar seriamente a segurança do ambiente. Acrescenta ainda que o aterro é e será um elemento indispensável para a eliminação de resíduos. O mesmo autor enuncia duas espécies de aterros para resíduos urbanos: os de fase aeróbia que podem causar sérios inconvenientes, excluindo praticamente sua realização em regiões circunvizinhas a habitações, e os com degradação anaeróbia, ou compactados.

LUZ (1981), classifica os aterros conforme a técnica de operação ou pela forma de disposição em:

- aterros comuns ou lixões, caracterizados pela simples descarga de lixo sem qualquer tratamento, considerado o método mais prejudicial ao homem e ao ambiente, sendo porém o mais utilizado no Brasil e nos países em desenvolvimento;
- aterros controlados, uma variável do anterior, em que uma cobertura de material inerte é colocada diariamente sobre a massa de lixo de forma aleatória, sem que os mecanismos de formação de gases e líquidos sejam levados a termo;
- aterros sanitários, executados segundo critérios e normas de engenharia, atendendo a padrões de segurança preestabelecidos.

OJIMA (1991), considera o aterro sanitário potencialmente vulnerável do ponto de vista ambiental, uma vez que sua operação, embora simples, exige acompanhamento e monitoramento constantes, pois o controle fito-sanitário é função da execução da cobertura diária e da infraestrutura necessária para a drenagem de líquidos e gases e seu tratamento adequado. Quanto ao aspecto energia, proporciona a recuperação de parte da energia contida no resíduo, na forma de aproveitamento dos gases resultantes da digestão anaeróbia da fração orgânica.

Para ARRUDA (1978), na elaboração do projeto do aterro sanitário para uma localidade é importante considerar:

- A escolha do local do aterro, baseada na distância ao centro de produção de lixo;
- Nível do lençol freático;
- Direção dos ventos predominantes;
- Tamanho da área;

- Distância de regiões habitadas;
- Existência ou não de material para cobertura;
- Existência ou facilidades de vias de acesso até ao local;
- Dimensionamento dos equipamentos;
- Na utilização futura da área.

De acordo com ORTH (1991), o aterro sanitário é basicamente uma forma de dispor o lixo sobre o solo, compactando-o com trator e recobrindo-o diariamente com camadas de terra, de espessura conveniente, para evitar: a proliferação de moscas, aparecimento de roedores, baratas e urubus; presença de catadores; espalhamento de papéis de lixo pela ação dos ventos; a criação e engorda de animais, como porcos, que podem contrair doenças transmissíveis ao homem e poluição das águas superficiais e subterrâneas. Mas ainda de acordo com esta autora, além de servir para a disposição adequada do lixo, o aterro serve também para recuperar áreas deterioradas, tais como: pedreiras abandonadas, grutas, escavações oriundas de extração de argila e areia e regiões alagadiças.

LIMA (1993), comenta que tal prática já não é mais utilizada, já que existe a possibilidade da contaminação do lençol freático pela existência de falhas ou fraturas, principalmente em locais de pedreira. Dentro desta linha, MAGAGNI, MOLINAS & SILVESTRO (1992) destacam que na Itália a construção e gestão de aterros estão regulados por um decreto do governo que fixa as condições técnicas mínimas para este sistema. Entre as exigências tem-se:

- Os locais para a construção dos aterros devem ser estabilizados e não sujeitos a desmoronamento. Tampouco devem estar expostos aos riscos da deformações causadas pelas obras hidráulicas necessárias à drenagem de águas;

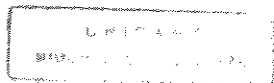
- O solo deve ser impermeável o suficiente para garantir a proteção das águas freáticas de possíveis infiltrações. De acordo ainda com este decreto, dependendo das características geológicas locais do solo, deve ser previsto um sistema que garanta a suficiente impermeabilização para evitar infiltrações. Para a impermeabilização poderão ser usados os seguintes materiais:

- materiais soltos: argila e cimento;
- materiais inertes ligados: concreto betuminoso e concreto plástico;
- materiais sintéticos e artificiais: PVC, polietileno, lonas termoplásticas ou vulcanizadas.

Segundo a REVISTA PREFEITURA MUNICIPAL (1992), do total de lixo coletado diariamente no Brasil em 1992 (90 mil toneladas), 13% eram despejados em aterros sanitários.

Em São Paulo, conforme MARINI (1992), existem quatro aterros sanitários. Juntos estes aterros recebem 87% dos resíduos sólidos de São Paulo.

Para BOTELHO FILHO (1991), a operação de aterros sanitários acarreta custos econômicos, ambientais e sociais, agravados por problemas que surgiram na última década em muitos países e também no Brasil: os locais apropriados para aterrar o lixo foram sendo saturados por lixo e também ocupados pela expansão da área municipal. Como consequência, implantam-se novas unidades em locais mais distantes, onerando com isto o custo com o



transporte. Em São Paulo, o problema de saturação dos aterros já existe há mais de 10 anos.

NEVES & VALENTE (1991), destacam que o aterro sanitário é viável se for para atender a um período superior a 6 anos, caso contrário o processo poderá trazer prejuízos, uma vez que o custo de implantação demora mais de 5 anos para ser amortizado.

NEVES & VALENTE (1991), salientam também que devido ao seu custo elevado, o aterro sanitário somente é aconselhável para cidades que produzam mensalmente mais de 8.000 toneladas de lixo.

No caso de cidades menores, para um melhor aproveitamento, sugere-se a realização de consórcios intermunicipais para a construção de um aterro comum e desta forma ter um melhor aproveitamento dos maquinários, os quais devem ser usados em média 200h/mês, o que corresponde ao processamento de 8 mil a 15 mil toneladas/mês de lixo.

3.6.2. COMPOSTAGEM DE LIXO

Significa a transformação da matéria orgânica existente no lixo, através de processo biológico, em composto orgânico, o qual pode ser utilizado em atividades agrícolas.

A reutilização de produtos orgânicos através da compostagem é uma das tarefas mais delicadas dentro do gerenciamento de resíduos sólidos, conforme AMAZONAS (1990), pois encontra tanto apoio dos ecologistas quanto a repulsa da vizinhança dos centros de compostagem, geralmente devido aos maus odores, pois a compostagem quando mal conduzida pode gerar gases fétidos (H_2S), líquidos poluentes (chorume) ou vetores (moscas, baratas,

etc.), sinais alarmantes naturais que podem ser corrigidos permitindo que a compostagem se processe sem a geração de maus odores ou efeitos visuais sobre a vizinhança.

Segundo LIMA (1991), o composto orgânico produzido a partir da matéria orgânica dos resíduos urbanos não representa, necessariamente, uma solução final para os problemas de escassez de alimento ou de saneamento ambiental, mas pode contribuir significativamente como elemento redutor dos danos causados pela disposição desordenada do mesmo no meio urbano, além de propiciar a recuperação de solos agrícolas exauridos pela ação de fertilizantes químicos aplicados indevidamente.

KIEHL (1979), cita que o valor dos fertilizantes tem sido avaliado considerando-se apenas a sua fração inorgânica, os nutrientes, o poder quelante, sua capacidade de troca iônica, porém o seu poder de tamponamento não é levado a termo. Em condições naturais é sabido que os vegetais, para sobreviverem, necessitam de outros elementos além do N, P, K, e o composto orgânico tem estes outros elementos naturais.

Para BLEY JUNIOR (1993), existem várias limitações operacionais que comprometem a qualidade do composto orgânico obtido da compostagem do lixo urbano. Por exemplo, as impurezas como o excesso de plásticos e vidros, a falta de tecnologias de peneiramento e secagem, a presença de metais pesados que são produzidos principalmente na decomposição das embalagens com rótulos pintados com tintas convencionais que trazem em sua composição esses materiais e ainda outros resíduos como pilhas, termômetros e outros, que liberam em sua decomposição o chumbo, mercúrio, níquel e o cádmio, os quais podem comprometer a

qualidade do composto orgânico a ser produzido.

De acordo com LINDENBERG (1991), a compostagem no Brasil é uma solução saudável, própria para as suas condições específicas. Pelas características culturais da população, do clima predominante, ausência de geladeira nos meios mais pobres e disponibilidade de hortaliças frescas durante todo o ano, o resíduo sólido domiciliar possui um elevado teor de matéria orgânica putrescível, própria para a produção do composto, ou seja, através da ação de processos físicos, químicos e biológicos ser transformada em matéria biogênica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras. De acordo ainda com LINDENBERG (1991), a deficiência da matéria orgânica em nossos solos é tão grande, que mesmo transformando toda a matéria orgânica coletada regularmente em composto orgânico pela compostagem, ainda assim, haverá um déficit a ser coberto.

Segundo ainda este mesmo autor, foram instaladas na Índia mais de 2.500 unidades de compostagem, tendo como principal objetivo manter a agricultura viva, evitando assim a morte por inanição de mais de um milhão de pessoas por ano.

Na Holanda, o resíduo sólido domiciliar recolhido em todo país era encaminhado a uma unidade de compostagem, a fim de recuperar uma região de dunas de areia. Hoje são encontradas florestas, pastos e plantações onde por razões das características do solo a flora estava praticamente ausente, conclui LINDENBERG (1991).

Conforme a REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991 - B), Usinas de Lixo visam a recuperação de materiais recicláveis e a

transformação do material orgânico em composto com uso agrícola. Elas são menos agressivas enquanto meio de tratamento em nosso país. As primeiras implantadas já há quase 30 anos, mostraram-se anti-econômicas em função do elevado custo de implantação e operação. Embora a tecnologia nos últimos anos tenha sido simplificada e tenham também surgido recursos subsidiados para a implantação das mesmas, um grande número de prefeituras não fez mais do que demagogia ao adquirir tais equipamentos. A consequência disto é a existência de várias destas usinas abandonadas em algum terreno nestes municípios, como desperdício do dinheiro público. A destinação do lixo continua aos lixões e ainda aos aterros sanitários com operação deficiente, conclui o artigo técnico da REVISTA LIMPEZA PUBLICA (1991 - B).

Conforme BLEY JUNIOR (1993), remonta há 30 anos a introdução de usinas de lixo no Brasil e que atualmente existem instaladas nos municípios brasileiros 35 usinas simplificadas com capacidades nominais de 30 a 250 toneladas/dia, sendo que destas 15 foram construídas e estão paradas ou desativadas, cinco estão em obras e quinze estão em operação.

Com relação às usinas de compostagem aceleradas com aeração, segundo BLEY JUNIOR (1993), existem 21, sendo que 7 estão paradas ou desativadas, 10 estão em obras e 4 estão operando.

Relativamente ao custo operacional de uma usina de lixo, MARINI (1992) informa que a cidade de Araucária (PR) possui uma unidade que processa suas 30 toneladas diárias com reciclagem e compostagem sendo que 60% dos seus custos são pagos pela Prefeitura, e os 40% restantes vêm da comercialização do material reciclável.

Quando se trata de plástico, a usina o entrega às indústrias pronto para ser reaproveitado. Em Novo Horizonte (SP), opera uma estação experimental que processa diariamente 22 toneladas de resíduos sólidos dos municípios de Itajobi, Borborema e Novo Horizonte, produzindo 2 compostos vendidos na região, um composto agrícola e o vermicomposto obtido com a ajuda de minhocas californianas.

MARINI (1992), ainda informa que para auxiliar a resolver o problema de 6,0 mil toneladas/dia de lixo do Rio de Janeiro, foi implantada uma usina de beneficiamento. Também no Rio de Janeiro está em operação a usina do Caju que recebe diariamente 1.120 toneladas/dia de lixo urbano, dos quais 145 toneladas são separados para a reciclagem e 600 toneladas são transformados em fertilizantes, o que significa um despejo diário de 35% menos no aterro de Duque de Caxias. Segundo ainda MARINI (1992), não se contabiliza o retorno financeiro a curto prazo, mas o lucro social e ambiental é imensurável.

Convém salientar que, conforme LIMA (1993), as usinas de Novo Horizonte (SP) e de Caju na cidade do Rio de Janeiro (RJ) encontram-se desativadas.

Relativamente aos custos de investimento e de operação de usinas de beneficiamento, BLEY JUNIOR (1993) informa:

— Uma cidade brasileira que processa em uma usina 21.000 toneladas/mês de lixo urbano, o custo é de US\$ 9,79/tonelada;

- Já em uma pequena cidade brasileira, onde funciona uma usina simplificada com capacidade de 480 toneladas/mês, tem um custo operacional médio de US\$ 9,89/ tonelada.

Segundo ainda o mesmo autor, aceita-se como nível de custo operacional para uma usina de capacidade 500 toneladas/dia, ou 7.500 toneladas/mês por processo de compostagem acelerada, um custo projetado de US\$ 19,65/toneladas.

E salientado também por BLEY JUNIOR (1993), que os investimentos para montagem de usinas simplificadas situam-se entre US\$ 18.000 a US\$ 15.000, dependendo da tecnologia a empregar.

Segundo LIMA (1993), os custos de implantação e operação de usinas de reciclagem e compostagem são bem superiores aos apresentados por BLEY JUNIOR (1993), chegando a valores maiores que US\$ 200,00/toneladas.

3.6.3. INCINERAÇÃO DO LIXO

Segundo LIMA (1991), a incineração é definida como o processo de redução de peso e volume do lixo através de uma combustão controlada. Os remanescentes deste processo no caso do lixo são gases como dióxido de carbono (CO_2); dióxido de enxofre (SO_2); nitrogênio (N_2), óxidos de nitrogênio; gás inerte proveniente do ar utilizado como fonte de oxigênio e do próprio lixo; oxigênio (O_2) proveniente do ar em excesso que não consegue ser completamente queimado; água (H_2O); cinza e escórias que são metais e inertes (vidros, pedras, etc.). Na combustão incompleta podem aparecer o monóxido de carbono (CO) e

particulados que consistem de carbono finamente dividido lançado na atmosfera como fuligem ou negro fumo.

Conforme LIMA (1991), existe uma série de inconvenientes envolvendo o uso de incineradores, sendo o mais grave deles o problema da poluição do ar causada pelos gases da combustão e por particulados não retidos nos filtros e nos precipitadores.

Pesquisas mais recentes, de acordo com o autor, mostram que os processos envolvendo a combustão do lixo com a recuperação de energia são os preferidos no momento. Somente nos E.U.A., 86 novos incineradores com recuperação de calor foram construídos nos últimos 5 anos, processando em média 70.000 toneladas de lixo por dia. O maior deles, o Sistema de Detroit, Michigan, tem a capacidade nominal de 3.000 toneladas/dia, e se destina ao fornecimento de energia elétrica e vapor às indústrias da região. Ainda segundo LIMA (1991), o Brasil está acompanhando a evolução da incineração, através de um projeto elaborado pela CESP para a construção de uma usina termoeleétrica movida a lixo para produzir 100 MW de energia/dia.

Para ARRUDA (1978), a incineração é um método que reduz o lixo a aproximadamente 3% do volume inicial e 15% do peso original. O material resultante é inerte. É uma das melhores soluções técnicas, principalmente para grandes quantidades, sendo no entanto, uma das mais onerosas quanto aos investimentos iniciais.

Já para o artigo contido na REVISTA LIMPEZA PÚBLICA (1991 - B), a incineração do lixo tem sido uma alternativa para as grandes cidades com alta concentração populacional, exigindo entretanto investimentos impraticáveis para a grande maioria das

cidades brasileiras. Por outro lado, segundo ainda a mesma referência, mesmo nos países para onde esta tecnologia parecia mais apropriada como a Alemanha, está sendo hoje bastante combatida em função do sério risco de contaminação atmosférica com substâncias altamente tóxicas como as dioxinas e furanos. Como agravante, os incineradores são indesejáveis também por não permitirem a reciclagem dos materiais contido nos lixos e por gerarem uma cinza que não pode ser usada como adubo mineral por conter altos teores de metais pesados.

Quanto aos furanos e dioxinas, LIMA (1993) destaca que segundo estudos realizados na Itália foi verificado que estes compostos só foram prejudiciais à vegetação e aos animais, não provocando qualquer dano à saúde do homem.

No artigo constante do jornal ESTADO DE SAO PAULO (1991), a CETESB garante que incineração feita dentro dos padrões técnicos não causa danos ao meio ambiente.

Dentro de BOTELHO FILHO (1991), Dirceu Maramaldo, no capítulo do Relatório de Investigação que trata do uso deste método, afirma que um incinerador bem projetado e operado corretamente irá queimar praticamente todo o composto orgânico, sobrando deste apenas "quantidades insignificantes", que tendem a desaparecer a cada avanço tecnológico. Acrescenta ainda que a combustão a 100% é apenas um processo teórico, uma vez que incineradores com eficiência total são inviáveis tecnicamente.

Para RESTREPO (1992), a incineração é uma tecnologia suja, uma solução imediatista que compromete as gerações futuras. Sua maior preocupação é com as dioxinas e os furanos emitidos com a

queima, substâncias ainda pouco conhecidas e que são classificadas como ultraveneno, ao lado de metais pesados como o cádmio, chumbo, mercúrio, cromo e zinco. São partículas minúsculas, equivalentes à bilionésima parte da grama que pegam carona em outras poeiras e têm a capacidade de se acumular nos tecidos adiposos do organismo e enfraquecer suas defesas naturais.

Para LIMA (1992-A), o que falta é um debate maior sobre o assunto, já que garante que o incinerador que existe em Americana (SP), produz menos dioxina do que a descarga de um ônibus.

Segundo NILSSON (1992), durante os últimos 10 a 15 anos, a incineração tem sido objeto de críticas sob o ponto de vista ambiental. Tem-se enxergado estas unidades como fontes perigosas de emissões prejudiciais como dioxinas, mercúrio e ácidos. Em consequência, conforme NILSSON (1992), as normas sobre emissões têm sido cada vez mais rigorosas.

Para NILSSON (1992) a situação em muitos países é problemática. Têm sido elaborado muitos projetos, porém, na maioria dos casos os mesmos se atrasam, ou são abandonados. A situação na maioria dos países é crítica, quase uma catástrofe, pois a única alternativa viável além dos lixões são os incineradores, os quais encontram grande oposição.

Para NILSSON (1992), o tipo de combustível utilizado na incineração hoje e no futuro é a combustão em massa. A utilização de energia oriunda do processo de combustão se aplica de forma crescente na produção de eletricidade, vapor e aquecimento de água.

Ainda para este mesmo autor é muito importante deixar claro que os incineradores de resíduos são unidades recuperadoras de energia comparadas com outros sistemas de produção de energia. A produção simultânea de eletricidade, vapor e água quente constituirá uma alternativa interessante para grande número de sistemas. Quanto aos níveis de emissão, a Alemanha presta atenção especial para os ácidos como HCl, HF e SO₂, enquanto que a Suécia se prende aos metais pesados, especialmente ao mercúrio e ainda às dioxinas.

NILSSON (1992), esclarece que em 1985 foi realizado na Suécia um estudo sobre os aspectos energéticos e ambientais da incineração dos resíduos. A conclusão deste estudo em 1986, foi de que a incineração constitui um método aceitável de tratamento dos resíduos. Foi observada uma redução importante nas emissões gasosas mediante a adoção de medidas para melhorar o funcionamento e o sistema de depuração dos gases, sendo assim a partir daquela data cancelada a proibição de construção de novas unidades de incineração. É importante destacar, segundo NILSSON (1992), que na Dinamarca a utilização da incineração não encontra grandes resistências, tendo atualmente um programa muito grande nesta área. Deve-se entender que a incineração é um processo válido e eficaz de recuperação de energia de resíduos, existindo na Suécia e Holanda uma situação similar. Conforme ainda o mesmo autor, para se conseguir a aceitação por parte da opinião pública é necessário a difusão de informações com base objetiva. É preciso fazer acreditar, que a incineração de resíduos atualmente é completamente diferente do que ocorria há 10 anos atrás.

Quanto à descontaminação das cinzas dos furanos e dioxinas, provenientes da incineração de resíduos urbanos, JOCHUM, SIMON & WIECKERT (1992), esclarecem que nos últimos anos a ABB Corporate Research Dept., Baden, Suíça, vem trabalhando em um processo de descontaminação térmica de resíduos provenientes da incineração. O objetivo do processo conhecido como "DEGLOR" (Decontamination and Glassification of Residues) é separar os compostos de metais pesados da estrutura interna das cinzas, assim como destruir as dioxinas e furanos.

Mediante o processo DEGLOR as cinzas são aquecidas até 1.300°C em um forno elétrico. Durante o processo de fusão, a maior parte dos compostos de metais se evapora. O gás da combustão é então resfriado rapidamente com ar frio, dando lugar a um condensado de metais pesados que é recolhido em um pequeno precipitador de poeira. Os contaminantes orgânicos, tais como dioxinas e furanos, são destruídas termicamente.

A cinza convertida se decompõe em 75 a 80% de resíduo de vidro, 5 a 7% de concentrado de metal pesado e aproximadamente 15 a 20% de gases não condensáveis.

Este trabalho em várias unidades piloto do processo DEGLOR tem provado com êxito a transformação das cinzas do processo de incineração de resíduos em produtos utilizáveis de vidro e em concentrado de metal pesado.

Com um custo total de 400 a 500 francos suíços por tonelada de pó, o processo é competitivo comercialmente em comparação com o sistema atual de remoção de despejos perigosos. Segundo os autores, o processo tem despertado grande interesse entre os

profissionais, tendo a AAB já recebido pedidos para construção de unidades incineradoras na Alemanha e Suíça.

3.6.4. TRITURAÇÃO

Para ARRUDA (1978), este método visa reduzir, por ação mecânica, as matérias constituintes do lixo em partículas menores, facilitando sua disposição final, seja em aterro sanitário, seja em esgoto sanitário. Normalmente é associado a um sistema de triagem para se transformar em composto orgânico.

No caso de após trituração, lançar no sistema de esgoto sanitário constitui-se em uma transferência de problema que poderá vir a sobrecarregar uma estação de tratamento de esgoto, conclui ARRUDA (1978).

3.6.5. PIROLISE

Para LIMA (1991), a Pirólise pode ser genericamente definida como um processo de decomposição química por calor na ausência de oxigênio. Através da Pirólise a matéria orgânica pode ser convertida em sub-produtos, tais como: sulfato de amônia, char, alcatrão, óleo combustível, álcool e gases combustíveis. Segundo ainda LIMA (1991), diferindo da Incineração realizada em condições exotérmicas, a Pirólise é um processo de reação endotérmica, e esta condição de contorno se faz necessária, pois somente desta forma, reduzindo as perdas de calor, é possível obter o fracionamento das substâncias sólidas presentes no lixo. Este fracionamento das substâncias sólidas ocorre gradualmente à medida que estas passam pelas diversas

zonas de calor que constituem o reator pirolítico. Nas Figuras 6 e 7 são apresentados um esquema da pirólise e do reator pirolítico.

O balanço energético do sistema de pirólise, de acordo com o mesmo autor, é sempre positivo, pois produz mais energia do que consome; este, sem dúvida, é um fator importante para que este processo continue a ser pesquisado.

De acordo com MALLAN & FINNEY (1972), existem 3 parâmetros críticos que podem limitar o processo: teor de sólidos voláteis presentes no lixo, o poder calorífico superior e a umidade. A variação estatística destes fatores dificulta o controle do processo.

Conforme MAQBIRIT (1992), a Pirólise é, também conhecida como queima a seco, é a queima de materiais a baixa temperatura - entre 450°C e 500°C - na ausência de ar (na prática, com ar insuflado em quantidade de 25 a 80% estequiométrica). Desse modo, a formação de gases de metais pesados, se contidos no lixo, é impossibilitada nessa faixa de temperatura e assim eles permanecem no resíduo da pirólise. Este resíduo, por ter alta densidade, pode ser recoberto por terra sem necessidade de compactação e mesmo sob a ação de águas pluviais não se decompõe. Ainda de acordo com MAQBIRIT (1992), são as seguintes as vantagens da incineração pirolítica:

- Custo reduzido, seja de implantação como de operação;
- Dimensões compactas;
- Simplicidade de construção e instalação;
- Simplicidade de operação;

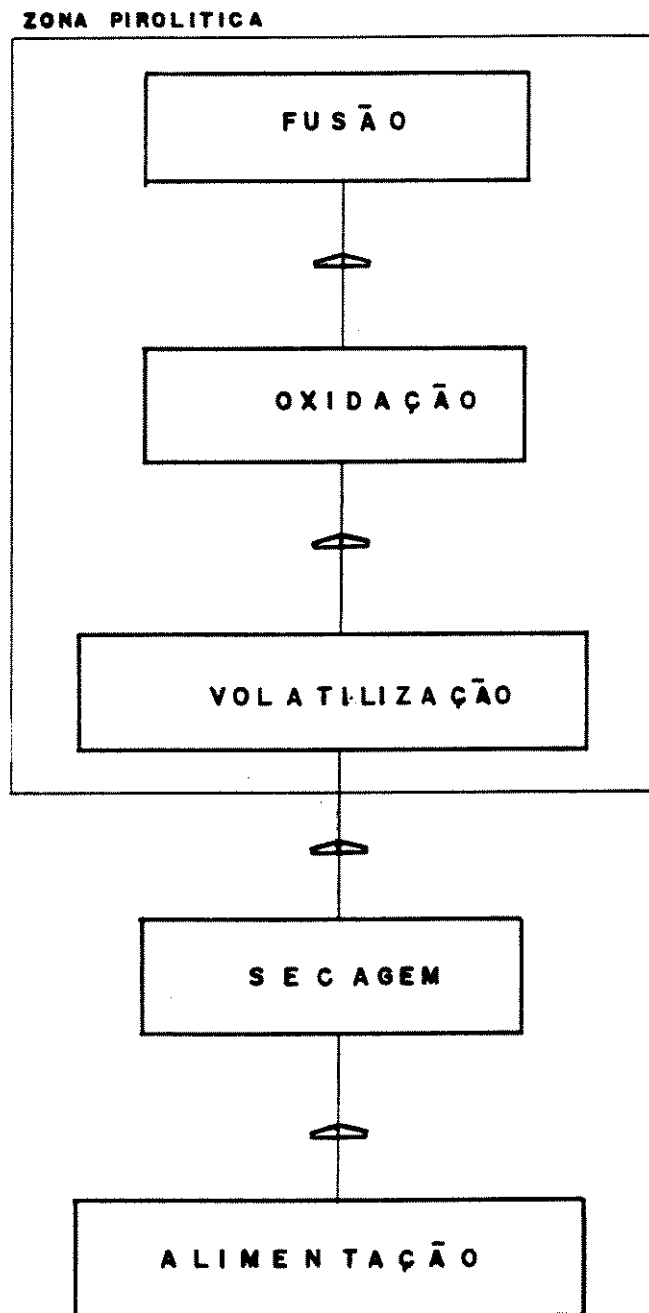


FIGURA 6 – ESQUEMADA PIRÓLISE DO LIXO URBANO
FONTE: LIMA (1991)

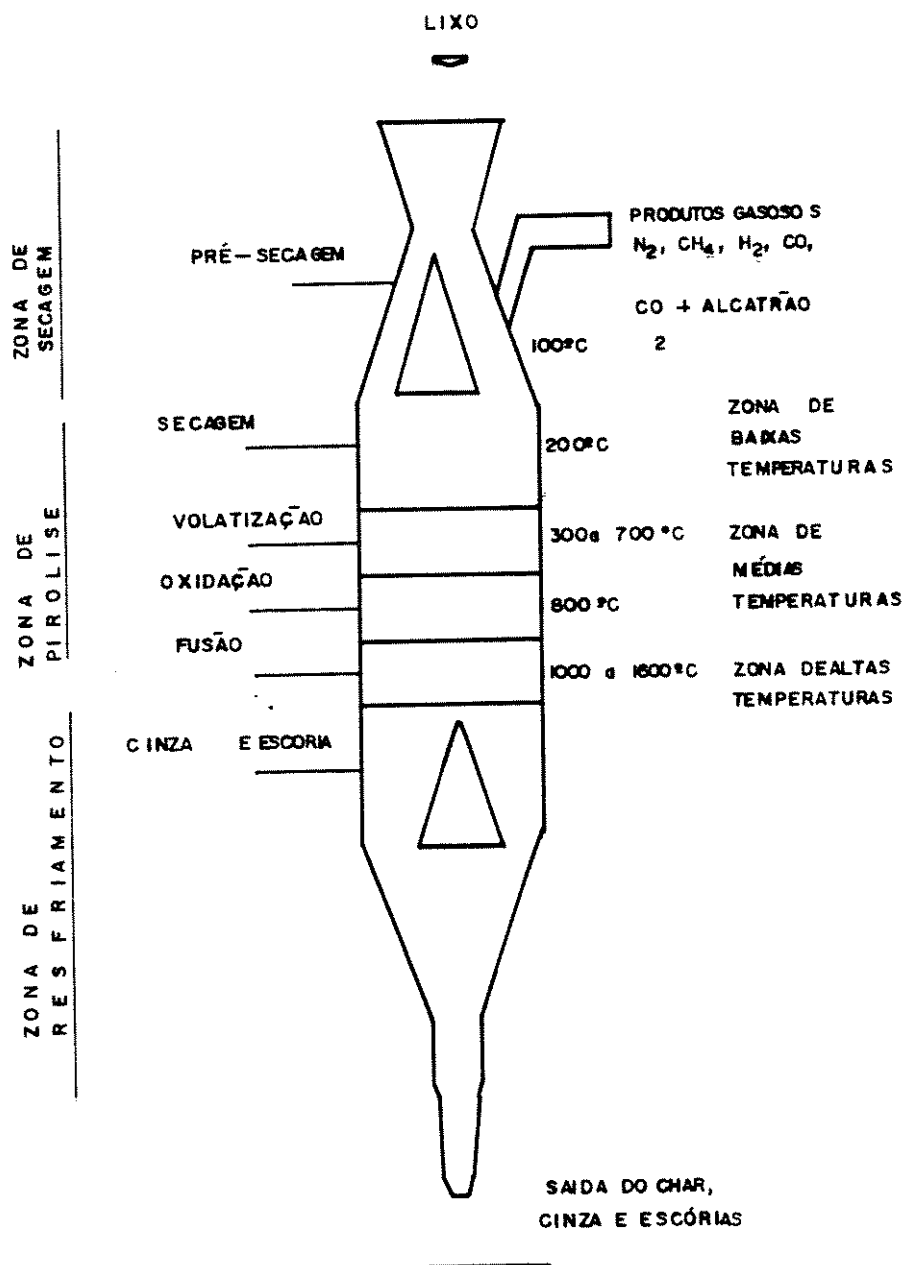


FIGURA 7 — ESQUEMADO REATOR PIROLITICO
 FONTE: MODIFICADO DE LIMA (1991)

- Eliminação total de fumos, cinzas, poeira, odores, patogênicos, sem necessidade de sistemas de depuração;
- Não geram gases de metais pesados.

3.6.6. TRATAMENTO DO LIXO COM PRODUÇÃO DE ENERGIA

Conforme LIMA (1991), a conversão biológica do lixo com fins energéticos vem a cada dia tornando-se mais interessante, uma vez que os resíduos urbanos passaram a ser considerados como uma fonte inesgotável de energia. Segundo o autor, a conversão biológica com a recuperação de energia pode ser definida como um processo de decomposição ou transformação da matéria orgânica, por ação de microrganismos, em substâncias mais estáveis, como o dióxido de carbono, água, gás metano, gás sulfídrico, mercaptanas e outros compostos minerais.

LIMA (1991), salienta que em termos teóricos existem inúmeras formas de se obter energia dos resíduos, que podem ser via processos de fermentação ou de biodigestão. Entretanto, na aplicação prática destes métodos, existem muitas dificuldades a serem superadas. Por exemplo, os biodigestores de grande capacidade têm apresentado elevado nível de problemas, como a sedimentação de lignina resistente, que reduz o espaço útil da câmara de digestão; as variações na composição do gás gerado que dificultam o seu emprego direto; a grande quantidade de resíduos líquido que sobram da digestão, etc. A questão principal é que estes problemas só podem ser resolvidos após a construção e operação do sistema, situação que reduz a liquidez de investimentos. Isto implica em uma certa resistência dos investidores por considerarem tal empreendimento de elevado

risco. Para sistemas abertos, como os aterros sanitários energéticos para a produção do metano, o índice de incerteza é bem mais elevado. Isto se deve ao pequeno número de pesquisas nesta área. Para pequenos empreendimentos, a situação é mais fácil, tanto pelo montante de investimentos necessários como pela aproximação, em termos de tamanho, dos protótipos já pesquisados, conclui LIMA (1991).

Dentre os vários tipos de biodigestores, segundo LIMA (1991), cita-se o Biodigestor Indiano (Gobar). PATEL (1963), iniciou uma pesquisa abrangente no sentido de avaliar cientificamente esta tecnologia rudimentar que tantos benefícios proporcionou ao povo indiano.

O Biodigestor Gobar, conforme LIMA (1991), consiste de um cilindro em alvenaria de tijolos de barro cozido, encravado no solo, provido internamente de uma parede divisória que forma duas câmaras. O sistema tem ainda um gasômetro, construído de chapa metálica, e duas caixas que servem como dispositivos de alimentação e descarga. O gasômetro é móvel e sua altura é regulável em função da produção de gás. A medida que o gás é gerado acumula-se no gasômetro, forçando-o para cima. Quando o gás é retirado o gasômetro desce automaticamente. O gasômetro dispõe de um sistema de sustentação e um tubo guia, fixado na parede divisória.

Segundo o mesmo autor, os resíduos orgânicos misturados com água são introduzidos diariamente através da caixa de alimentação, que é servida por uma tubulação de concreto ou argila cozida. Esta leva os dejetos até o fundo do digestor,

onde ocorre o processo de fermentação que gera o biogás. O gás produzido pela ação bacteriana sobe, acumula-se no gasômetro de onde é retirado através de uma tubulação flexível - e é utilizado diretamente na cozinha e no banheiro, no preparo de alimentos ou aquecimento de água para asseio e higiene. Nas Figuras 8 e 9 estão apresentados os detalhes de um biodigestor, enquanto nas Figuras 10, 11 estão apresentados esquemas de fermentação propostos por alguns pesquisadores.

Com base em SATHIANATHAN (1975), é apresentada a Tabela 23 mostrando a composição do biogás.

Tabela 23 - COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS

GAS COMPONENTE	PARTICIPAÇÃO PORCENTUAL (%)		
	ESTADOS UNIDOS	ALEMANHA	INDIA
CH ₄	54-70	55,4-62	35-70
CO ₂	27-45	37,0-44,5	29-55
N ₂	5,3	1	1
H ₂	1-10	0,3	1-10
CO	0,1	0,1	0,1
O ₂	0,1	0,1	0,1
H ₂ S	traços	traços	traços

Fonte: Adaptado de SATHIANATHAN (1975)

BIODIGESTOR

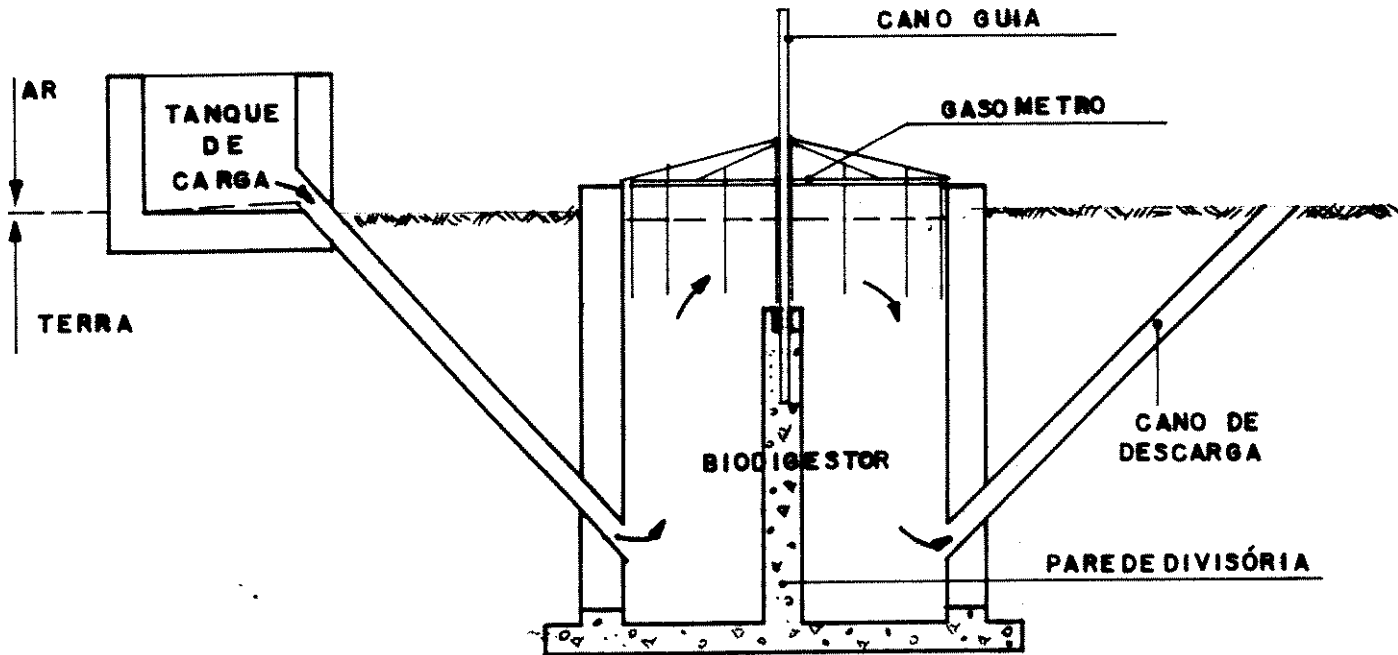


FIGURA 8 - DIGESTOR VERTICAL (BIODIGESTOR - VISTA GERAL)
 FONTE: LIMA (1991)

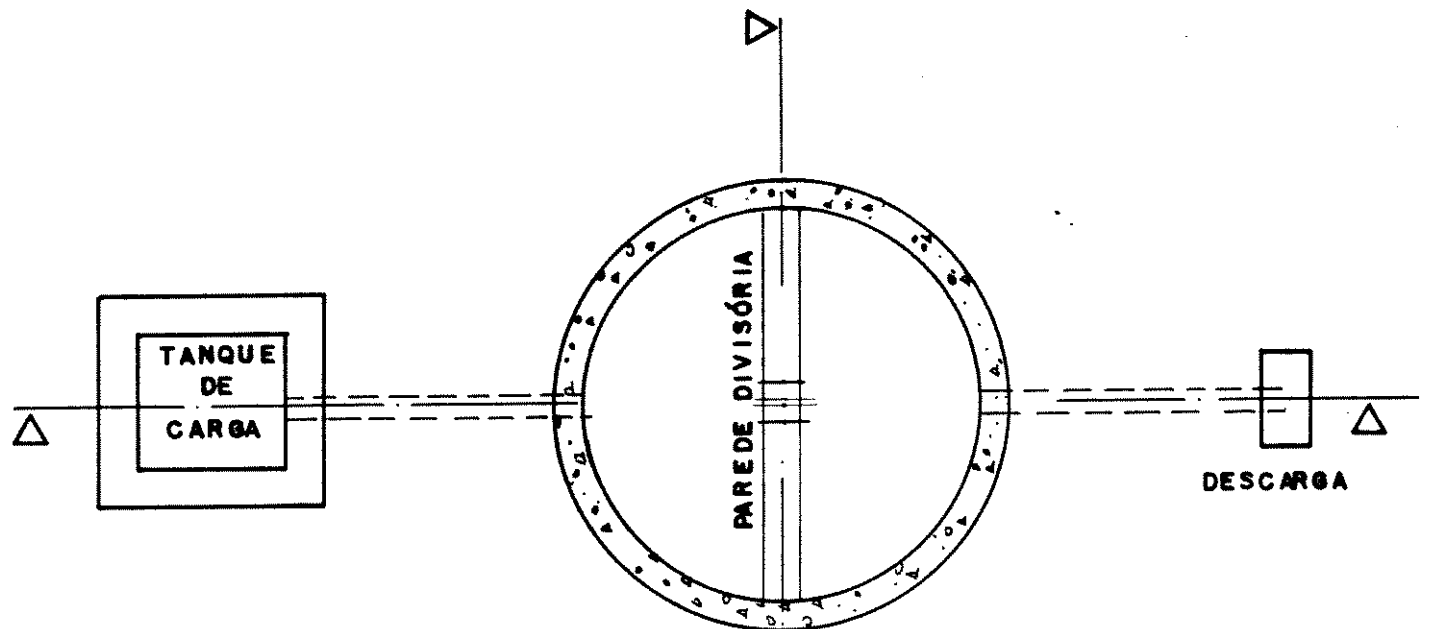


FIGURA 9 - DIGESTOR VERTICAL (BIODIGESTOR - VISTO DE CIMA)
 FONTE: LIMA (1991)

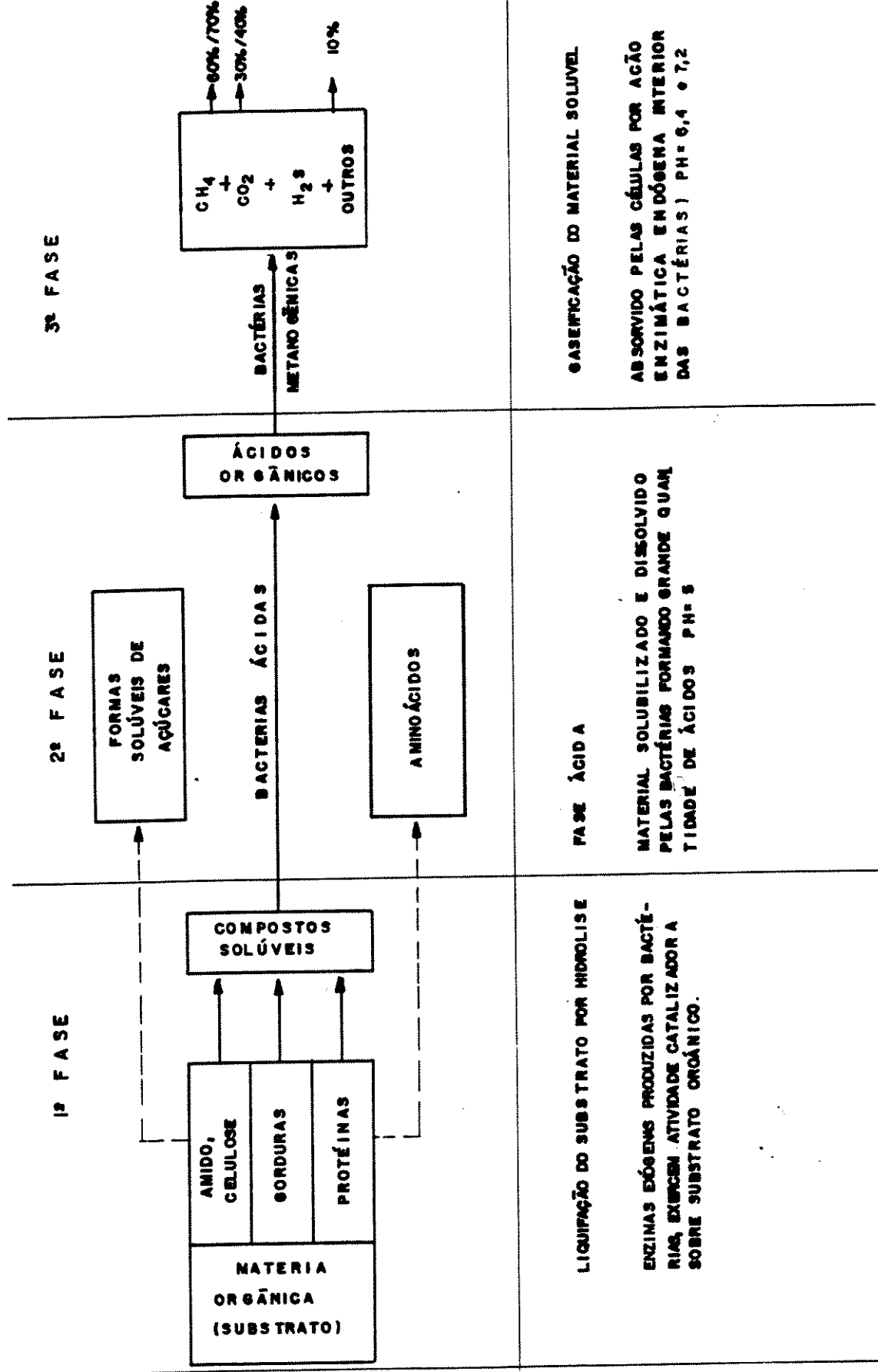


FIGURA 10 - BIOCONVERSÃO QUÍMICA E MICROBIOLOGIA

FONTE: TEIXEIRA (1985)

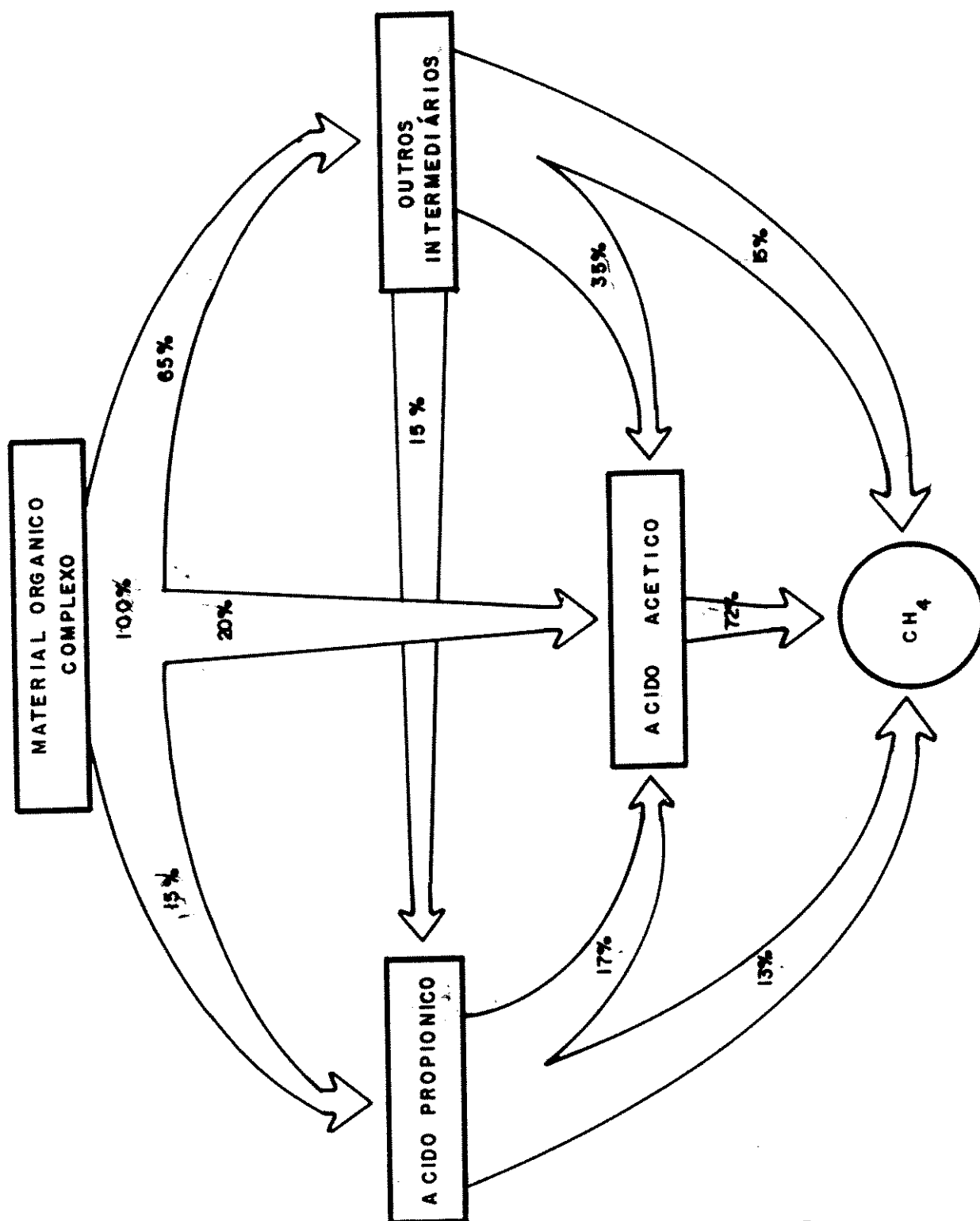


FIGURA II - ETAPAS DA CONVERSÃO DE MATERIAIS ORGÂNICOS COMPLEXOS A CH_4

FONTE: CAEEB (1980)

As principais propriedades dos gases constituintes do Biogás, conforme SATHIANATHAN (1975) estão indicadas na Tabela 24.

Tabela 24 - PROPRIEDADES DOS PRINCIPAIS GASES CONSTITUINTES DO BIOGÁS

PROPRIEDADE	UNIDADE	GÁS			
		METANO	CO	H ₂ S	HIDROGENIO
			2	2	
Pot. calorífico inferior	Kcal/kg ³	11953	-	-	2900
	Kcal/Nm ³	8567	-	-	
Intervalo explosivo com ar	% volume	4,36-15,53	-	1-46	6-71
Densidade relativa ao ar	-	0,53	-	-	-
Densidade (gás) a 0°C, 1 atm.	g/l	0,7167	1,98	1,54	0,09
Densidade (líquido)	kg/l	0,35	-	-	-
Equivalência gás-líquido	1 gás / 1 líquido	541	-	-	-
Temperatura crítica	°C	-82,5	31,1	100,4	-239,9
Pressão crítica	atm.	45,8	73	88,9	12,8
Pressão de liquefação	atm.	340	-	-	-
Ar para combustão	l/l	9,5	-	-	-
Gravidade específica (relativa ao ar)	-	0,55	1,5	1,2	0,07

Fonte: SATHIANATHAN (1975)

Como informação, de acordo com LIMA (1991), são apresentada tabelas referentes a produção de Biogás em diversas localidades, a partir de lixo de aterros sanitários.

Tabela 25 - SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GAS METANO EM ATERRO DE LIXO NOS ESTADOS UNIDOS

ATERRO/ LOCALIZAÇÃO	COORDENAÇÃO	EXTRAÇÃO
		3 Nm /DIA
Azuza	Southwestern Portland C. Co.	16.600
Azuza	Reserve Syn. Fuel	18.800
Brea	Getty Syn. Fuels, Inc.	9.300
Brasley	Gas Recovery System	56.000
Palos Verdes	Reserve Syn. Fuel	42.000
Moutain View	Pacific Gas & Eletric Co.	28.000
North Valley	Reserve Syn. Fuel	39.200
Shelton Arletta	Public Cleaning Waste	80.000
Ascon	Watson Industry	67.300
Monterey Park	Reserve Syn. Fuel	112.000
Monterey Park	Getty Syn. Fuels, Inc.	49.000
Garson	Watson Biogas Syn. SCS Eng. Inc.	2.000
Corona	Watson Biogas Syn. SCS Eng. Inc.	17.000
City of Industry	National Engineering Co.	14.000
Duarte	Watson Biogas Syn. SCS Eng. Inc.	43.000
Los Angeles	Genstar Gas Rec. Systems, Inc.	76.000
Martinez	Getty Syn. Fuels, Inc.	30.000
San Fernando	Getty Syn. Fuels, Inc.	100.000
San Leandro	Getty Syn. Fuels, Inc.	26.000
Sun Valley	Dpt. Public Work and Water & Power	45.000
Wilmington	Watson Biogas Syn. SCS Eng. Inc.	70.000

Fonte: LIMA (1991)

Tabela 26 - SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE METANO EM ATERRO SANITARIO
EM DIVERSAS LOCALIDADE NOS EUA.

ATERRO/LOCALIZAÇÃO	COORDENAÇÃO	EXTRAÇÃO
		3 EM Nm / DIA
Calumet City-Illinois	Getty Syn. Fuels Inc.	70.000
Riverview-Michigan	Watson Biogas Systems	70.000
Cinnaminson-N. Jersey	Publ. Serv. E. & Gas Co.	35.000
Staten Island-N.York	Brooklyn Union Gas Co.	9.000
Winston-Salem-N.Carolina	Publ. Serv. E. & Gas Co.	3.200
Oregon City-Oregon	CH M-Hill Eng.	89.000
	2	

Fonte: LIMA (1991)

Tabela 27 - SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE METANO EM ATERRO
SANITARIO EM DIVERSOS PAISES

ATERRO/LOCALIZAÇÃO	COORDENAÇÃO	3
		Nm / DIA
Kitchner, Ontário-Canadá	Ontário Cement Ltd.	39.000
La Feria - Chile	Gas Comp.	25.000
Uttingen - Suíça	Dept. Limpeza Pública	12.000
Poppenweiler - Alemanha	Univ. Stuttgart	56.000
Liosia - Atenas - Grécia	Dept. Limpeza Pública	192.000
Campinas-São Paulo-Brasil	Dept. Limpeza Pública e CPFL	1.000

Fonte: LIMA (1991)

Tabela 28 - COMPOSIÇÃO DO GAS DO LIXO APOS SETENTA DIAS NO
ATERRO SANITARIO ENERGETICO DE CAMPINAS

COMPONENTE	% V/V
CH ₄	27,00
CO ₂	61,99
Ar (N ₂ + O ₂)	3,00
H ₂ S	10
H ₂	traços

Fonte: LIMA (1991)

3.7. COMENTARIOS SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A revisão bibliográfica consultada para o trabalho foi na sua maioria de textos ou artigos editados no período de 1988 a 1993. Com base neste material convém destacar:

a) Produção Diária de Lixo no Brasil

Enquanto MARINI (1992) apresenta para o ano de 1992 uma produção de 80 mil toneladas, o IBGE (1993) mostra que este total está entre 182 e 190 mil toneladas;

b) Produção Anual de Papel no Brasil

No trabalho de PEREIRA NETO (1991), é informado que o total de papel e papelão jogado no lixo anualmente no Brasil é de 9.575.775 toneladas, enquanto que LOPES (1993) apresenta como produção anual de papel o valor de 4.716.000 toneladas;

c) Custos de Investimento e de Operação de Usinas de Reciclagem

Para BLEY JUNIOR (1993), os custos de investimentos para estas usinas situam-se entre US\$ 9,79/t a US\$ 19,65/t, mas para LIMA (1993), estes custos são superiores a US\$ 200,00/t;

d) Efeitos da Dioxina e Furanos Produzidos na Incineração do Lixo sobre o Homem e o Meio Ambiente

Para RESTREPO (1992), os furanos e dioxinas são ultravenenos para o homem e o meio-ambiente, mas para LIMA (1993), de acordo com trabalho desenvolvido na Itália, eles só são nocivos à vegetação e aos animais;

e) Situação da Reciclagem no Brasil

Esta revisão permite ainda concluir que em termos de reciclagem o Brasil se encontra em uma fase embrionária, e portanto, existe um vastíssimo campo a ser explorado nesta área.

4. CARACTERISTICAS DA CIDADE ESTUDADA E DO SISTEMA DE LIMPEZA PUBLICA

4.1. INFORMAÇÕES GERAIS

O município de Alfenas, conforme Figura 12, está localizado na Macro Região Sul/Sudeste de Minas Gerais, Micro Região de Alfenas, possui uma área de 702 Km² e altitude de 855 m. Segundo o censo de 1991, a população fixa total do município era de 52.993 hab., dos quais 47.342 (89,34%) estão concentrados no perímetro urbano. Entretanto, há que se considerar ainda uma população flutuante de aproximadamente 7.500 pessoas, correspondente ao contingente de alunos matriculados nos 26 cursos da Universidade de Alfenas (UNIFENAS) e nos 3 cursos superiores federais, além de alunos matriculados em escolas de 2º grau e em cursinhos.

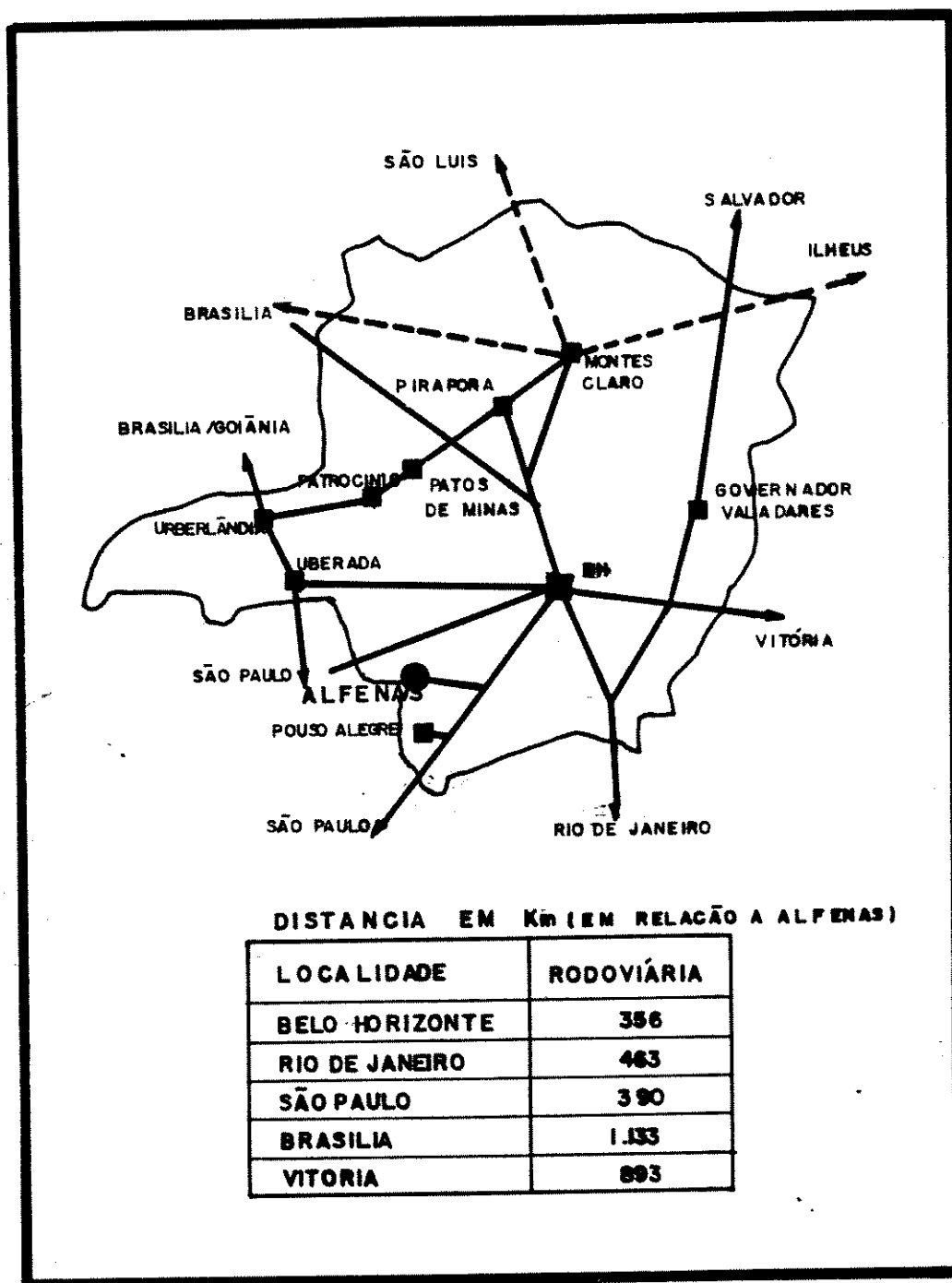


FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE ALFENAS (MG)

FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALFENAS - MG 1992

A agricultura, que constitui uma expressiva atividade econômica do município, está centrada no cultivo do café, milho, arroz, feijão, cana, batata, hortaliças e citros, sendo que relativo a esta última destaca-se a laranja, que tem quase toda colheita exportada para os EUA.

Apresenta-se na Tabela 29 a produção total agrícola do município em 1992.

Quanto a atividade pecuária, o município destaca-se na produção de leite, na criação de gado de corte, na avicultura de corte e na avicultura de postura. De acordo também com a EMATER - MG, é apresentada a Tabela 30 onde estão destacadas informações relativas a esta atividade no ano de 1992.

No tocante à atividade industrial, o município apresenta características de porte pequeno. Há uma grande predominância da atividade relativa a indústria de confecção, conforme Tabela 31 que foi elaborada com base em informações colhidas junto à Administração Municipal, por ocasião da elaboração do Plano Diretor em 1992.

A atividade comercial se destaca pela predominância do comércio de bares, acompanhada pelo das lojas. Os dados do município estão relacionados na Tabela 32, conforme informações fornecidas pela Administração Municipal em 1992, quando da elaboração do Plano Diretor.

Tabela 29 - PRINCIPAIS PRODUTOS AGRICOLAS EXPLORADOS EM 1992,
NO MUNICIPIO DE ALFENAS (MG)

PRODUTO EXPLORADO	NUMERO DE PRODUTORES	AREA (ha)	PRODUTIVIDADE kg/ha	PRODUÇÃO (t) QUANTIDADE
Café em produção	420	9.000	900	8.100
Café em formação	200	2.300	-	-
Milho	800	6.000	3.000	18.000
Arroz	470	1.650	1.800	2.970
Feijão das águas	620	2.500	420	1.050
Feijão das secas	700	4.000	720	2.880
Cana	6	2.828	90.000	254.520
Batata	18	800	25.000	20.000
Citrus	240	2.400	24.000	57.600
Olericultura				
Alho	25	20	4.500	90
Abóbora	73	30	12.000	360
Alface	40	20	20.000	400
Batata doce	40	16	18.000	288
Beterraba	28	12	18.000	216
Cenoura	40	20	20.000	400
Inhame	30	12	18.000	216
Jiló	45	20	40.000	800
Mandioquinha	32	25	12.000	300
salsa				
Pepino	25	18	10.000	180
Pimentão	35	18	15.000	270
Repolho	40	20	40.000	800
Tomate	35	30	50.000	1.500
Vagem	40	25	10.000	250
Quiabo	35	20	15.000	300
Outros	35	25	15.000	375

Fonte: EMATER - MG (1992)

Tabela 30 - PRINCIPAIS PRODUTOS PECUARIOS EXPLORADOS EM 1992,
NÚMERO DE PRODUTORES, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO,
NO MUNICÍPIO DE ALFENAS, MG

PRODUTO EXPLORADO	NÚMERO DE PRODUTORES	UNIDADE	PRODUTIVIDADE	PRODUÇÃO	
				Unidade	Total Anual
Leite	800	32.000 ha 8.500 vacas	1.200 l/vaca/ano	1.000 l	10.200,00 l
Bovinocultura	800	32.000 ha 12.500 cab.	45 kg.carne/ha/ano	Tonelada	1.575,00 t
de corte					
Avicultura	1	35.000 cab.	2 Kg/cab. 5 lotes/ galinhas por ano	Tonelada	350,00 t
de corte					
Avicultura	2	78.000 cab.	250 ovos/ave/ano	Caixa (30dz)	54.166,00 Cx
de postura					
Swínocultura	7	160 matrizes	17,7 cev/porca/ano	Tonelada	234,00 t
Apicultura	10	354 colméias	1,6 kg/colmeia/ano	kg	5.664,00 Kg
		2	2		
Psicultura	6	8.000 m	0,7 kg/m	kg	5.600,00 Kg

Fonte: Adaptado de EMATER - MG (1992)

Tabela 31 - PRINCIPAIS INDUSTRIAS E NUMERO DE UNIDADES
EM 1992, NO MUNICIPIO DE ALFENAS, MG

TIPO	QUANTIDADE
Confecções	37
Artefatos de Cimento e Barro	20
Tecidos	18
Torrefação	05
Metalúrgica	04
Química	03
Embalagens Plásticas	02
Siderurgia	01
Biscoitos	01
Laticínios	01
Estruturas Metálicas	01
Equipamentos Agrícolas	01
Colchão	01
Agroindústria	01

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALFENAS - MG
(1992)

Tabela 32 - TIPOS DE COMERCIO E NÚMERO DE UNIDADES EM 1992,
NO MUNICIPIO DE ALFENAS, MG

TIPO	QUANTIDADE
Bar	370
Loja	280
Mercearia	70
Materiais de Construção	67
Acougue	58
Padaria	20
Supermercado	20
Farmácia	39
Mercadinhos	49
Lanchonete	20
Produtos Odontológicos	10
Laticínio	08
Papelaria	17
Auto-Peças	47
Produtos Agrícolas	05
Produtos Veterinários	04
Vidraçaria	09
Veículos	04
Motos	04
Equipamentos Agrícolas	04
Gráfica	07
Ótica	06
Combustível e Oleo	10
Restaurante	10

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALFENAS - MG
(1992)

Relativamente à área educacional, o município se destaca como um importante centro no interior do Estado, como pode ser observado na Tabela 33.

Tabela 33 - AREA EDUCACIONAL, MUNICIPIO DE ALFENAS - MG,
1992

ESCOLA	QUANTIDADE	CURSOS
1º Grau	19	29
2º Grau	06	
3º Grau	02	

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALFENAS - MG
1992

Quanto à área de serviço, destaca-se a existência de 3 hospitais, sendo que um é o Hospital Universitário ligado à Faculdade de Medicina da UNIFENAS. Demais dados podem ser acompanhados na Tabela 34.

Tabela 34 - AREA DE SERVIÇO, MUNICIPIO DE ALFENAS - MG,
1992

TIPO	QUANTIDADE
Bancos	08
Hospitais	03
Emissoras de Rádio	03
Emissoras de T. V.	01
Jornais	02

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALFENAS - MG
1992

4.2. SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA NO MUNICÍPIO

Os serviços de limpeza pública, ou seja, coleta de lixo domiciliar, coleta de resíduos dos serviços de saúde, coleta hospitalar, coleta de farmácias, coleta de consultórios, coleta especial, varrição, conservação, roçada, capina manual, capina química, lavagem de feira-livre, pinturas de meio-fio, rastelagem, remoção de entulhos e destinação do lixo estão sob a responsabilidade da Prefeitura.

A forma de execução de cada um destes serviços é apresentada a seguir:

4.2.1. COLETA DOMICILIAR

A guarnição recolhe os recipientes com resíduos na calçada em frente ao imóvel em que é gerado e despeja o seu conteúdo em um veículo coletor (caminhão compactador), inclusive o invólucro quando se tratar de saco descartável. O vasilhame rígido é repostado na calçada, no mesmo local e posição em que se encontrava.

É importante salientar que a coleta domiciliar na área central é feita diariamente, enquanto que na periferia ela é realizada em dias alternados.

No domingo a coleta é feita na área do mercado, na área de feira-livre e nas 2 principais praças públicas.

4.2.2. COLETA DE SERVIÇOS DE SAÚDE

No momento esta coleta é feita simultaneamente pelo veículo em cujo setor este resíduo se encontrar. No entanto,

como foi adquirida pela Prefeitura uma usina para tratamento de lixo (compostagem e reciclagem), é pensamento e desejo da administração municipal, com a entrada em operação desta unidade de tratamento, que este tipo de resíduo seja coletado por veículo especial e encaminhado para incineração, em incinerador próprio a ser adquirido.

4.2.3. VARRIÇÃO

Compreende a varrição de vias pavimentadas ao longo do meio-fio, em cada uma das margens, calçadas revestidas e bem conservadas, praças e demais logradouros públicos, e recolhimento dos resíduos depositados nas cestas coletoras. Os resíduos provenientes destas operações são depositados em caçambas espalhadas estrategicamente ao longo das vias públicas, sendo posteriormente recolhidos e enviadas a uma área existente junto ao Almoxarifado da Prefeitura, e em seguida são encaminhados ao lixão.

4.2.4. ROÇAGEM

E a remoção de vegetação que é feita com a utilização de enxadas, foices ou até mesmo com equipamento pesado como uma motoniveladora. Este tipo de operação é mais comumente executada em locais da cidade onde inexistem revestimento, seja nas vias públicas, seja nos passeios.

E uma operação mais frequente durante a estação chuvosa devido a um maior crescimento da vegetação. Geralmente este material, quando é possível e existem condições para isto, é lançado em valas abertas nas proximidades ou são removidos por

veículos basculantes com auxílio de pá-carregadeira e encaminhados ao lixão.

4.2.5. CAPINA

Compreende a capinação com ferramentas apropriadas, da vegetação que cresce entre os paralelepípedos ou outro tipo de pedra na via carroçável, calçadas, praças, etc. O resíduo proveniente desta operação é removido durante a operação de varrição.

4.2.6. LAVAGEM

Lavagem das vias públicas pavimentadas, ocupadas por feira-livre e também de praças, com emprego de sabão ou detergente e vassoura adequada, sendo logo em seguida empregado jato de água para remoção dos resíduos.

4.2.7. PINTURA DE MEIO-FIO

Pintura dos meios-fios mediante a aplicação em duas demãos de solução de cal hidratada em água.

4.2.8. RASTELAGEM

Compreende a operação de ajuntamento de quaisquer tipos de resíduos espalhados em áreas públicas urbanizadas, inclusive os decorrentes da capina e roçagem.

4.2.9. REMOÇÃO DE ENTULHOS

E a operação que consiste no ajuntamento de restos de obras públicas, particulares e remoção destes para

locais indicados pela administração municipal, sendo que um destes locais poderá ser o aterramento de áreas existentes na periferia na cidade. Uma idéia nova que surgiu e que poderá ser utilizada no futuro pela Prefeitura, é a reciclagem destes entulhos para baratear as construções populares. Uma máquina transformará em material de construção 80% dos resíduos sólidos, tendo já separado todo material metálico presente.

4.2.10. LIMPEZA E DESOBSTRUÇÃO DE BOCAS-DE-LOBO

Limpeza e desobstrução de bocas-de-lobo, retirando todos resíduos sólidos que se acumulam nas grelhas e na entrada de galeria de águas pluviais de modo a garantir o escoamento livre das águas pluviais. Os materiais resultantes desta limpeza são posteriormente enviados ao lixão quando da coleta domiciliar.

4.2.11. DESTINO FINAL DO LIXO

Todo material proveniente do serviço de limpeza pública é encaminhado através de veículos (coletor compactador, ou caminhão caçamba) até ao lixão existente no município que fica ao sul da cidade, a aproximadamente 2 Km da área urbana.

4.3. FREQUENCIA DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

A frequência de execução de cada um dos serviços é a seguinte:

4.3.1. COLETA DOMICILIAR

Diariamente, sendo que 100% da área urbana é atendida por este serviço.

4.3.2. COLETA DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Coleta diária.

4.3.3. VARRIÇÃO

Diariamente na parte central da cidade

4.3.4. ROÇAGEM

De acordo com as necessidades, sendo mais frequente na estação chuvosa.

4.3.5. CAPINA

De acordo com as necessidades, no mínimo 3 vezes ao ano.

4.3.6. COLETA DE VARRIÇÃO

Nos locais com predominância comercial a coleta é diária. Demais locais, de 2 a 3 vezes por semana.

4.3.7. LAVAGEM

Acompanha os dias e local da feira-livre.

4.3.8. RASTELAGEM

De acordo com a necessidade.

4.3.9. LIMPEZA DE BOCA DE LOBO

A medida da necessidade, principalmente quando do início da estação chuvosa.

4.3.10. REMOÇÃO DE ENTULHO

De acordo com a necessidade.

4.3.11. TRANSPORTE DO MATERIAL COLETADO

Diariamente, seja para o lixão, seja para aterramento de áreas periféricas.

4.4. MAQUINAS E EQUIPAMENTOS

A limpeza da cidade é feita por equipamentos especiais, conforme descrito a seguir:

4.4.1. VEICULO COLETOR COMPACTADOR: 04 UNIDADES

-capacidade de carga de cada veículo = 3,0 toneladas

-utilização: coleta do lixo domiciliar, de serviços de saúde, hospitalar, consultórios e farmácias

4.4.2. CAMINHAO BASCULANTE

-capacidade de carga: 3,0 toneladas

-quantidade: 01

-utilização: coleta de lixo de varrição, roçagem e capina

4.4.3. CARRINHO COLETOR DE LIXO

~ 3

-capacidade de carga: = 0,10 m

-quantidade: 20

-utilização: coleta do lixo de varrição, capina e coleta também dos resíduos existentes nas cestas coletoras públicas

4.4.4. CAÇAMBA ESTACIONARIA

3

-capacidade de carga: 2,0 m

-quantidade: 03

-utilização: recepção do lixo proveniente dos carrinhos coletores. Estas caçambas posteriormente ou são encaminhadas e descarregadas no lixão, ou ainda passam por um entreposto que é o pátio do almoxarifado municipal

4.5. PESSOAL

O pessoal envolvido no serviço de limpeza é o seguinte:

4.5.1. VEICULOS COLETOR COMPACTADOR

-motorista: 01 por veículo

-coletores de lixo: 02 por veículo

4.5.2. CAMINHÃO BASCULANTE

-motorista: 01 por veículo

-coletores de lixo: quando usado eventualmente na coleta de lixo, por motivo de quebra ou manutenção do veículo coletor compactador, são usados 3 coletores, sendo que um fica na

caçamba recebendo os recipientes com lixo, e 2 acompanham o veículo à pé

4.5.3. SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO E LIMPEZA URBANA

Funcionam com um total de aproximadamente 150 pessoas.

4.6. TURNOS DE TRABALHO

Devido a frota atual estar aquém das necessidades, o sistema de coleta é realizado em 2 turnos:

1º turno: 6h às 12h

2º turno: 12h às 18h

No 1º turno trabalham os 4 veículos coletores compactadores, enquanto que no 2º turno trabalham somente 2 veículos. O ideal é que este trabalho fosse realizado em um único turno, mas para isto seria necessária a aquisição pela prefeitura local de mais 2 veículos coletores compactadores.

4.7. ROTEIROS DA COLETA DE LIXO

Para uma melhor coleta diária de lixo na cidade, a mesma foi dividida em 6 roteiros, conforme pode ser visto na Tabela 35. Salienta-se, conforme visto no item anterior, que 4 roteiros (1,2,3, e 4) são percorridos de 2ª a sábado no período da manhã, sendo que os 2 restantes (5 e 6), por problemas de disponibilidade de veículos, são percorridos no período da tarde.

Quanto ao domingo, existe somente um veículo coletando lixo. Esse veículo é responsável pela coleta do lixo gerado no centro da cidade, incluindo também os oriundos da área do mercado e

também o da feira-livre.

Convém também destacar que, devido a não coleta regular de lixo em grande parte da cidade aos domingos, na segunda-feira, devido ao acúmulo do lixo de 2 dias (sábado e domingo), em todos os roteiros há a necessidade de cada veículo realizar 2 viagens para a coleta.

Tabela 35 - ROTEIRO DOS VEÍCULOS DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL EM ALFENAS - MG, 1992

ROTEIRO Nº	LOCALIDADES
1	Vila Betânia, Pôr do Sol, Nova América e da Prefeitura Municipal até a Rua do Areado
2	Vila Teixeira, Campinho, Lado esquerdo da Praça Getúlio Vargas, do SKINAO até à Rodoviária
3	Pinheirinho, Bairro Aparecida, Morada do Sol, Nova América, Jardim Elite, Vista Grande e Recreio Vale do Sol
4	Centro, Colinas Park, Jardim da Colina, Jardim Tropical e Vista Alegre
5	Mercado Municipal, Santos Reis, Estação, Vila Santa Luzia, Vila Santa Edwirges, Jardim São Carlos, Vila Esperança e Ind. Tiph
6	Jardim Aeroporto, Vila Formosa e Chapada (Armando Pacheco)

5. METODOLOGIA

O trabalho foi todo desenvolvido na cidade de Alfenas, no Estado de Minas Gerais, que é um município de porte médio, conforme visto no capítulo 4.

O levantamento de campo compreendeu os aspectos relativos aos totais de lixo coletado diariamente pela prefeitura, destinação final do lixo coletado, caracterização física do lixo coletado e visitas periódicas a todos os pontos expressivos de compra de material informalmente reciclado para obtenção destes totais. A duração desta parte de campo compreendeu um período de aproximadamente 6 (seis) meses. Deve-se esclarecer que as atividades relativas às pesagens do lixo só se estenderam por durante 3 meses.

5.1. QUANTIDADE DE LIXO COLETADO DIARIAMENTE

As quantidades de lixo coletado diariamente de acordo com a origem serão:

5.1.1. LIXO DOMICILIAR E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Para avaliação destes lixos coletados, foi inicialmente pesado cada caminhão coletor vazio.

Esta pesagem foi realizada na Balança Rodoviária da Companhia de Armazens e Silos do Estado de Minas Gerais (CASEMG) que fica localizada no distrito industrial de Alfenas.

A tara encontrado para cada veículo coletor pode ser observado na Tabela A-1 do anexo A.

Uma vez obtido o peso por veículo, procedeu-se a pesagem com o mesmo carregado, ou seja com lixo. Esta pesagem estender-se por um período de 3 meses.

Devido às dificuldades na pesagem, quanto à distância da balança em relação ao lixão, e também quanto ao seu horário de funcionamento, cada caminhão foi pesado uma vez por semana.

Para um acompanhamento da origem do lixo coletado, bem como do veículo coletor, foram elaboradas três tabelas cujos modelos são encontrados no Anexo A.

5.1.2. LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM

No período que compreendeu a pesagem dos lixos do item 5.1.1., procedeu-se também a um levantamento para a avaliação da quantidade média diária deste tipo de resíduo.

Para coleta deste lixo, o serviço municipal se utiliza de 3
3.0 (três) caçambas fixas com capacidade 2,0 m³ cada que estão distribuídas estrategicamente pela cidade. Desta maneira, todo o material de varrição, capina, roçagem e rastelagem são enviados à caçamba mais próxima através de carrinhos de coleta. 07 3

Como no item 5.1.1., para a estimativa deste resíduo procedeu-se inicialmente a uma pesagem vazia de cada caçamba e posteriormente a sua pesagem com o lixo coletado. Para estas pesagens foi também utilizada a balança rodoviária da CASEMG. O peso de cada caçamba pode ser observado na Tabela A-4 do Anexo A.

Para o acompanhamento deste trabalho foi elaborada a Tabela A-5 que se encontra no Anexo A.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DO LIXO

Paralelamente, dentro do período de pesagem dos caminhões, iniciou-se o trabalho de caracterização física do lixo, com finalidade de identificar as percentagens em peso úmido dos seguintes componentes:

- matéria orgânica, putrescível
- papel e papelão
- vidro
- metal
- plásticos
- trapo
- madeira, couro e borracha
- inertes (terra, pedra, etc.)

O procedimento para amostragem seguiu a metodologia sugerida por POVINELLI & GOMES (1991), ou seja, cada semana foi escolhido

um roteiro para ter o lixo caracterizado. O caminhão do respectivo roteiro após ter realizado a viagem de coleta foi pesado. Em seguida este caminhão foi conduzido até a uma área específica junto ao lixão onde descarregou o seu conteúdo em quatro montes aproximadamente iguais. Manualmente estes montes foram revolvidos e misturados individualmente para posteriormente retirar-se, de cada um, um recipiente com resíduos com aproximadamente 100 kg. Os recipientes foram despejados em quatro montes, sobre uma manta plástica, e o conteúdo em cada manta foi misturado manualmente e separadamente. Depois, foram juntados dois a dois, resultando 2 montes de aproximadamente 200 kg de lixo, cada. O primeiro quarteamento foi efetuado desprezando-se duas partes de cada monte (de preferência, duas **vis-à-vis**). Novamente cada monte foi misturado (cada um com aproximadamente 100 kg de lixo). Em seguida realizou-se o segundo quarteamento, onde novamente foram desprezadas duas quartas partes, **vis-à-vis**, de cada monte, resultando 50 kg de material por monte. A amostra final constituiu-se na soma destes dois montes de 50 kg. Assim a amostra representativa do caminhão de coleta teve 100 kg de lixo, aproximadamente. O esquema da amostragem pode ser visto na figura 13.

A caracterização começou propriamente neste momento. Os 100 kg de resíduos foram espalhados na lona plástica e a catação manual foi iniciada.

Nesta classificação considerou-se a biodegradabilidade de cada componente. Assim, matéria orgânica é a parte facilmente

degradável e consiste em restos de alimento, folhas de vegetais e outras matérias orgânicas que aparecerem na massa de lixo.

O segundo constituinte, o papel, consiste nos materiais celulósicos como papéis e papelão. Este grupo é representado principalmente por papel de embrulho, papel higiênico, caixas de papelão, folhas de jornais, filtros de café, etc.

Como trapo agrupam-se materiais da família dos tecidos, panos e fios. E a parte do lixo que contém restos de vestuário e tecidos descartados pela população.

Outro grupo considerado foi o das madeiras, couro e borrachas. Estes materiais agrupam-se em função do seu tempo de degradação (dificilmente degradáveis). Neste grupo encontram-se, por exemplo, os pedaços de madeira, gravetos, pedaços de couro, pedaços de pneus e outros tipos de borracha.

No grupo de vidros foram separados garrafas, embalagens de vidro de diversos gêneros alimentícios e também louças, assim como todos os resíduos vitrificados encontrados.

Nos metais foram agrupados tanto ferrosos como não ferrosos. São latas de todos os tipos, arames e tampas de garrafas de bebidas e outras embalagens.

No grupo dos plásticos agrupam-se os do tipo duro e os do tipo mole. São representados por diferentes tipos de embalagens de alimentos, pelos próprios sacos de lixo e por pedaços de brinquedos.

O último componente, os inertes, é o grupo constituído por pedras, tijolos, terra e outros finos. Este componente pode ser confundido com os materiais citados, que não foram identificados na catação e que foram considerados no grupo de materiais

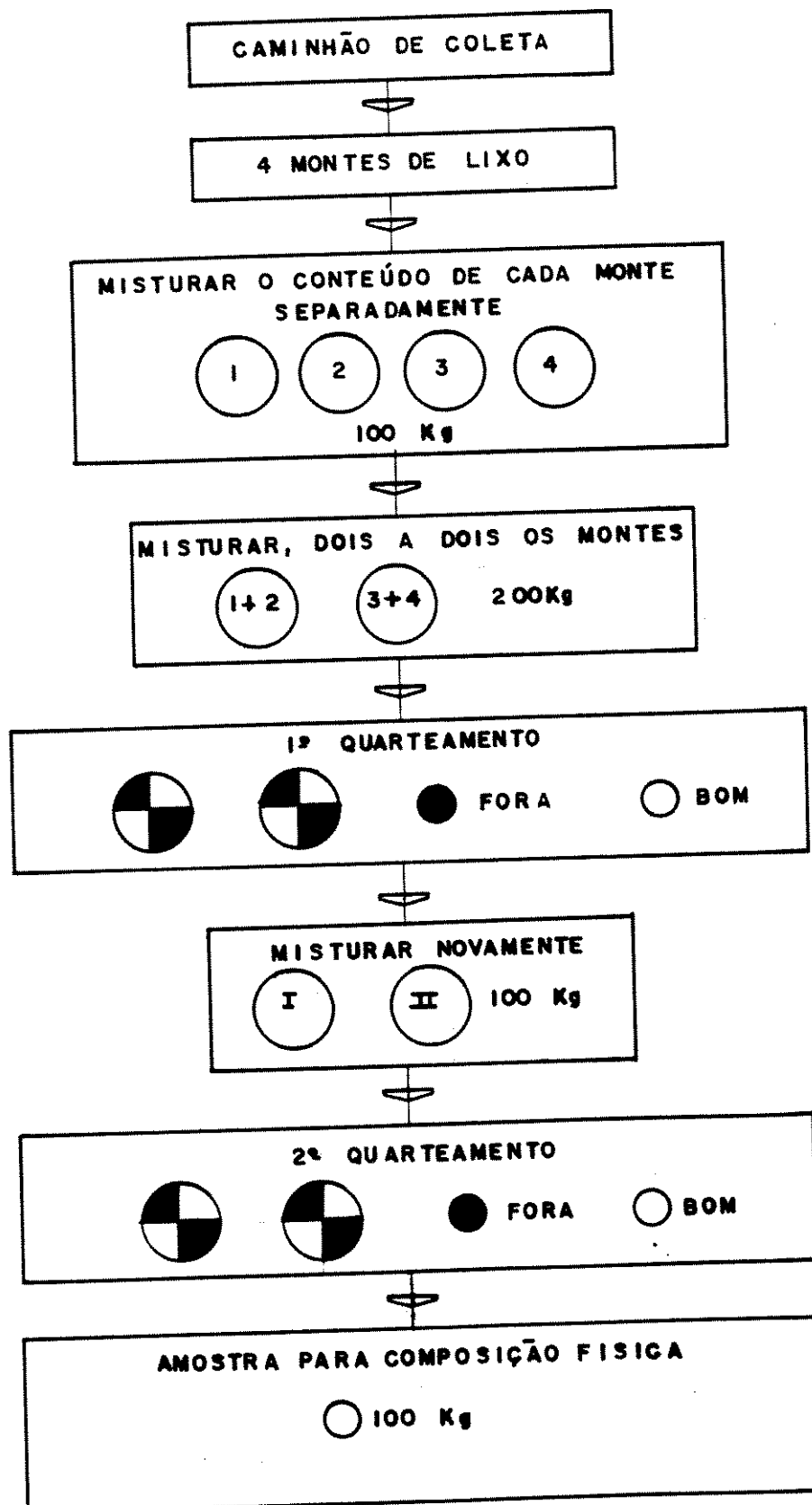


FIGURA 13 - ESQUEMA DA AMOSTRAGEM DO LIXO
ONTE: POVINELLI & GOMES (1991)

orgânicos, por não ser possível de catação e consequente separação, já que se apresenta intimamente misturado com a matéria orgânica, em início de decomposição. Um exemplo deste caso é o de um torrão de solo misturado à massa de lixo. Às vezes consegue-se separá-lo, considerando-o com do grupo dos inertes, mas em outros casos, este material desmancha-se e é misturado durante a catação. Assim passa a ser considerado do grupo dos orgânicos, pois sua separação física é impraticável.

Deve-se ressaltar que todo o trabalho de caracterização dos resíduos sólidos urbanos foi realizado em base úmida.

5.3. COLETA INFORMAL

Além da coleta de lixo que é efetuado pelo serviço público municipal, existe também na cidade a chamada "Coleta Informal" que é aquela executada por determinados segmentos da sociedade conhecidos como sucateiros, que vivem da comercialização de determinados resíduos urbanos, tais como vidro, papel, papelão, plásticos, ferro, chapas, latas, etc. Estes segmentos da sociedade optaram por um trabalho honesto, retirando do rejeito e refugos do município os recursos para o seu sustento. Em seus carrinhos de mão, carroças ou pequenos veículos, percorrem a cidade, catando nas vias públicas, terrenos baldios, ou mesmo efetuando compra domiciliar destes materiais. Em suas áreas de estocagem estes materiais são selecionados e vendidos às indústrias para posterior reciclagem. E sem dúvida o sucateiro é atualmente, um dos responsáveis pelo trabalho da reciclagem do lixo em todo o Brasil.

Assim para se conhecer as qualidades e as quantidades desta Coleta Informal, foram identificados no município 4 grandes sucateiros, a saber:

- Sr. Augusto Esteves: trabalha com plásticos, papel, papelão e chapas.
- Sr. João Cândido da Silva: trabalha com chapas e ferro.
- Sr. Edilson José Pereira: trabalha com papel, papelão, plásticos, vidros, chapas, ferro.
- Sr. Cicero Palmeira da Silva: trabalha com ferro e chapas.

Uma vez identificados estes principais pontos de coleta informal, e contando com a valiosa colaboração dos mesmos, foi acompanhado durante um período de 6 meses todo o material que foi comprado para ser reciclado. Convém salientar, que um dos sucateiros, o Sr. Augusto Esteves, compra material também proveniente de catadores do lixão, ou seja, ele estoca para vender às indústrias de reciclagem tanto o material proveniente da limpeza pública, como o da "Coleta Informal".

Para o acompanhamento da coleta informal diária tanto relativo ao tipo de material, bem como do sucateiro, foram preparadas três tabelas, cujos modelos são encontradas também no Anexo A.

5.4. ROTEIRO DE CALCULO

Para a avaliação das quantidades totais de lixo produzidos diariamente (coleta municipal e coleta informal), produção per capita e percentagens recicladas (atuais e futuras), serão adotados os seguintes métodos de cálculos.

5.4.1. COLETA MUNICIPAL

A metodologia para o cálculo das quantidades coletadas pelo município está indicada nos sub-itens seguintes para os dois tipos de resíduos urbanos, conforme já visto no item 5.1.

5.4.1.1. LIXO DOMICILIAR E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

O cálculo da produção média diária deste resíduo será feito utilizando-se a média aritmética.

$$\bar{P}_C = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

onde,

$\bar{P}_C$ = peso total médio diário do lixo coletado pelos caminhões, em kg/d;

P_i = peso total diário deste resíduo, em kg/d, o qual será obtido pela soma do lixo de 6 caminhões coletores;

n = número total dos dias de pesagens.

5.4.1.2. LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM

No cálculo da produção média diária destes resíduos será também utilizada a média aritmética, ou seja:

$$\bar{P}_V = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

onde,

$\bar{P}_V$ = peso total médio diário dos resíduos coletados nas 3 caçambas, em kg/d;

P_V = peso total dos resíduos, em kg/d, o qual será obtido pela soma dos resíduos provenientes das 3 caçambas fixas;

n = número total dos dias de pesagens.

5.4.2. COLETA INFORMAL

Esta coleta, que é efetuada pelos sucateiros existentes no município terá sua produção média diária também avaliado segundo a média aritmética, ou seja:

$$\bar{P}_I = \frac{\sum_{i=1}^n P_I}{n}$$

onde,

$\bar{P}_I$ = peso total médio diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

P_I = peso total diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

n = número total de dias em que foram levantados os P_I .

5.4.3. PRODUÇÃO TOTAL MEDIA DIARIA DE LIXO

Será encontrada pela soma dos valores encontrados nos itens 5.4.1.1., 5.4.1.2. e 5.4.2., ou seja:

$$\bar{P}_T = \bar{P}_C + \bar{P}_V + \bar{P}_I$$

onde,

$\bar{P}_T$ = produção total média diária de lixo, em kg/d;

$\bar{P}_C$ = peso total médio diário do lixo coletado pelos caminhões, em kg/d;

$\bar{P}_V$ = peso total médio diário do lixo coletado nas caçambas fixas, em kg/d;

$\bar{P}_I$ = peso total médio diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d.

5.4.4. PRODUÇÃO PER CAPITA

A produção per capita será calculada para a coleta municipal, coleta informal e para a produção total de lixo.

A população a ser utilizada para estes cálculos será:

$$Pop_{1991} = Pop_{1991} \cdot [1+r]^{1992-1991} + P_e$$

onde,

Pop_{1992} = população na área urbana de Alfenas em 1992;

Pop_{1991} = população na área urbana de Alfenas em 1991, segundo o IBGE (1991);

r = taxa de crescimento médio na área urbana de Alfenas nos últimos 10 anos, conforme IBGE (1991);

P_e = População flutuante na área urbana de Alfenas no ano de 1991, segundo também o IBGE (1991).

5.4.4.1. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA MUNICIPAL

A produção per capita da coleta municipal será encontrada dividindo-se a soma dos valores calculados conforme os itens 5.4.1.1. e 5.4.1.2. pela população do município, ou seja:

$$P_M = \frac{\bar{P}_C + \bar{P}_V}{Pop}$$

onde,

P_M = produção per capita da coleta municipal em kg/hab.d;

$\bar{P}_C$ = peso total médio diário do lixo coletado pelos caminhões, em kg/d;

$\bar{P}_V$ = peso total médio diário do lixo coletado nas caçambas fixas, em kg/d;

Pop = população na área urbana de Alfenas no ano de 1992, em hab.

5.4.4.2. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA INFORMAL

A produção per capita da coleta informal será encontrada dividindo-se o valor calculado conforme o item 5.4.2. pela população do município, ou seja:

$$P_I = \frac{\bar{P}_I}{Pop}$$

onde,

P_I = produção per capita da coleta informal em kg/hab.d;

$\bar{P}_I$ = peso total médio diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

Pop = população na área urbana do município de Alfenas no ano de 1992, em hab.

5.4.4.3. PRODUÇÃO PER CAPITA TOTAL DIÁRIA

A produção per capita total diária será avaliada dividindo-se o valor calculado conforme o item 5.4.3. pela população urbana do município, ou seja:

$$P_C = \frac{\bar{P}_T}{Pop}$$

onde,

P_C = produção per capita total diária em kg/hab.d;

$\bar{P}_T$ = produção total média diária de lixo em kg/d;

Pop = população na área urbana do município de Alfenas no ano de 1992, em hab.

5.4.5. PERCENTAGENS RECICLADAS ATUALMENTE

As percentagens recicladas atualmente, serão calculadas para o material proveniente da coleta informal (sucateiros), para aqueles materiais provenientes do lixão que já estão sendo reciclados através dos sucateiros e para o total das duas atividades.

5.4.5.1. PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA MUNICIPAL

A percentagem reciclada da coleta municipal será encontrada dividindo-se o total médio diário adquirido pelos sucateiros dos materiais provenientes da coleta municipal (lixão), pela produção total média diária estimada de acordo com o item 5.4.3., ou seja:

$$R_s = \frac{\bar{R}_L}{\bar{P}_T} \times 100$$

onde,

R_s = percentagem reciclada do lixo depositado no lixão, em %;

$\bar{R}_L$ = peso total médio diário de materiais provenientes do lixão adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

$\bar{P}_T$ = produção total média diária do lixo, em kg/d.

OBS: O valor de $\bar{R}_L$ será estimado segundo a média aritmética, ou seja:

$$\bar{R}_L = \frac{\sum_{i=1}^n R_{Li}}{n}$$

onde,

$\bar{R}_L$ = peso total médio diário de materiais provenientes do lixão adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

R_{Li} = peso total diário de materiais provenientes do lixão, em kg/d, o qual será encontrado pela soma dos valores encontrados em cada sucateiro;

n = número total dos dias de pesagens.

5.4.5.2. PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA INFORMAL

A percentagem reciclada da coleta informal será calculada dividindo-se a produção total média diária da coleta informal, avaliada conforme o item 5.4.2., pela produção total média diária estimada de acordo com o item 5.4.3., ou seja:

$$R_I = \frac{\bar{P}_I}{\bar{P}_T} \times 100$$

onde,

R_I = percentagem reciclada atualmente de material, pelos sucateiros, via coleta informal, em %;

$\bar{P}_I$ = peso total médio diário de material adquirido pelos sucateiros, em kg/d;

$\bar{P}_T$ = produção total média diária de lixo em, kg/d.

5.4.5.3. PERCENTAGEM TOTAL ATUALMENTE RECICLADA

A percentagem total reciclada será encontrada pela soma dos valores calculados conforme os itens 5.4.5.1. e 5.4.5.2., ou seja:

$$R_T = R_I + R_S$$

onde,

R_T = percentagem total reciclada atualmente, em %;

R_I = percentagem reciclada atualmente da coleta informal, em %;

R_s = percentagem reciclada atualmente do lixo depositado no lixão, em %.

5.4.6. PERCENTAGENS DO LIXO QUE PODERÃO SER RECICLADAS

As percentagens do lixo que poderão ser recicladas serão estimadas para coleta municipal, coleta informal e também para o total produzido diariamente na área urbana do município, ou seja o potencial de reciclagem.

5.4.6.1. PERCENTAGEM DA COLETA MUNICIPAL QUE PODERÁ SER RECICLADA

A percentagem da coleta municipal que poderá ser reciclada será estimada da seguinte maneira.

1. Do total da coleta municipal que é enviado ao lixão, calculado conforme item 5.4.1., será deduzida a quantidade média diária de lixo (sucatas) que já está sendo reciclado através dos sucateiros, ou seja:

$$\bar{R}_N + \bar{P}_C - \bar{P}_V = \bar{R}_L$$

onde,

$\bar{P}_C$ = produção total média diária de lixo coletado pelos caminhões, em kg/d;

$\bar{P}_V$ = peso ou produção total média diária do lixo coletado nas caçambas, em kg/d;

$\bar{R}_L$ = peso total médio diário do lixo (sucatas) do lixão reciclados através dos sucateiros, em kg/d;

$\bar{R}_N$ = peso total médio de resíduo no lixo disponível para reciclagem, em kg/d.

2. Sobre o valor $\bar{R}_N$ serão aplicados os percentuais dos diversos componentes recicláveis (papel e papelão, vidro, metal e plásticos) que serão determinados através da caracterização do lixo municipal coletado, obtendo-se desta maneira a quantidade de cada material que poderá ser reciclada diariamente, ou seja:

- papel e papelão: produção diária = $a \cdot \bar{R}_N$, em kg/d;

- vidro: produção diária = $b \cdot \bar{R}_N$, em kg/d;

- metal: produção diária = $c \cdot \bar{R}_N$, em kg/d;

- plásticos: produção diária = $d \cdot \bar{R}_N$, em kg/d

onde,

a = fração de papel e papelão obtida na caracterização do lixo;

b = fração de vidro obtida na caracterização do lixo;

c = fração de metal obtida na caracterização do lixo;

d = fração de plásticos obtida na caracterização do lixo.

3. Assim a quantidade total média de material que poderá ser reciclada além do $\bar{R}_L$, será a soma das parcelas apresentadas acima, ou seja:

$$\bar{R}_F = a \cdot \bar{R}_N + b \cdot \bar{R}_N + c \cdot \bar{R}_N + d \cdot \bar{R}_N$$

onde,

$\bar{R}_F$ = quantidade total média diária de material que poderá ser reciclada do lixo, além do valor atual, que é $\bar{R}_L$, em kg/d.

4. Em seguida será dividido o total R_F pelo total da coleta municipal, tendo-se desta maneira o potencial de reciclagem desta coleta, ou seja:

$$R_F = \frac{\bar{R}_F}{\bar{P}_C + \bar{P}_V} \times 100$$

onde, R_F = percentagem da coleta municipal que poderá ser reciclada além de R_S atual, em %.

5. A percentagem total da coleta municipal que poderá ser reciclada será o valor já reciclado (R_S) mais o valor de R_F , ou seja:

$$R_C = R_S + R_F$$

onde, R_C = percentagem total da coleta municipal que poderá ser reciclada, em %;

R_S = percentagem reciclada atualmente do lixo depositado no lixão, em %;

R_F = percentagem da coleta municipal que poderá ser reciclada além de R_S atual, em %.

5.4.6.2. PERCENTAGEM DA COLETA INFORMAL QUE PODERÁ SER RECICLADA

Para efeito de cálculo do potencial de reciclagem do lixo urbano, considera-se que a percentagem obtida pela coleta informal não será alterada, ou seja, haverá apenas um acréscimo no aproveitamento do material originado da coleta municipal.

Desta forma, será utilizado o valor obtido em 5.4.5.2., ou
seja R_I .

5.4.6.3. PERCENTAGEM TOTAL DO LIXO PRODUZIDO DIARIAMENTE QUE PODERÁ SER RECICLADO

Este valor será estimado com base na
soma dos valores calculados conforme os itens 5.4.6.1. e
5.4.6.2., ou seja:

$$P_R = R_C + R_I$$

onde, P_R = percentagem total do lixo produzido diariamente que
poderá ser reciclado, que é portanto o potencial de
reciclagem do lixo urbano do município de Alfenas,
em %;

R_C = percentagem total da coleta municipal que poderá ser
reciclada, em %;

R_I = percentagem reciclada atualmente da coleta informal,
em %.

6. RESULTADOS

Com base nos valores relativos à produção diária de lixo, constantes das Tabelas B-1 a B-5 do Anexo B, é também da caracterização do lixo apresentado na Tabela B-6 do mesmo anexo e utilizando a Metodologia apresentada no capítulo 5, foram encontrados os seguintes resultados:

6.1. COLETA MUNICIPAL

6.1.1. LIXO DOMICILIAR E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

A produção média diária foi obtida dos dados da Tabela B-1, resultando em $\bar{P}_C = 19546 \text{ kg/d}$, com $s = 961 \text{ kg/d}$.

6.1.2. LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM

A produção média diária, obtida a partir dos valores apresentados na Tabela B-2 foi:

$$\bar{P}_V = 958 \text{ kg/d, com } s = 125 \text{ kg/d.}$$

6.2. COLETA INFORMAL

A coleta informal efetuada pelos sucateiros, resultou na seguinte produção média diária, a partir dos dados da Tabela B-4.

$$\bar{P}_I = 896 \text{ kg/d com } s = 587 \text{ kg/d.}$$

6.3. PRODUÇÃO TOTAL MEDIA DIARIA DE LIXO

A produção total média diária de lixo compreende a soma da coleta municipal com a coleta informal, ou seja:

$$\bar{P}_T = \bar{P}_C + \bar{P}_V + P_I = (19546 + 958 + 896) \text{ kg/d}$$

$$\bar{P}_T = 21.400 \text{ kg/d}$$

6.4. PRODUÇÃO PER CAPITA

A produção per capita, conforme visto na Metodologia, foi calculada para a Coleta Municipal, Coleta Informal e para a produção total.

De acordo com a metodologia já vista, a população será:

$$Pop = Pop_{1991} \cdot [1+r]^{1992-1991} + \frac{P}{e}$$

$$r = 2,0\% \text{ a.a.}$$

Pop = 47342 hab;
1991

P = 7500 hab.
E

assim tem-se: Pop = 55.790 hab.

6.4.1. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA MUNICIPAL

$P_M = 0,36 \text{ kg/hab.d}$

6.4.2. PRODUÇÃO PER CAPITA DA COLETA INFORMAL

$P_I = 0,02 \text{ kg/hab.d}$

6.4.3. PRODUÇÃO PER CAPITA TOTAL DIARIA

$P_C = 0,38 \text{ kg/hab.d}$

6.5. PERCENTAGENS RECICLADAS ATUALMENTE

Os cálculos das percentagens recicladas atualmente foram efetuados para a coleta municipal, coleta informal e também para a produção total diária de lixo.

6.5.1. PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA MUNICIPAL

$R_S = 2,0 \%$

6.5.2. PERCENTAGEM RECICLADA ATUALMENTE DA COLETA INFORMAL

$R_I = 4,2 \%$

6.5.3. PERCENTAGEM TOTAL RECICLADA ATUALMENTE

$$\frac{R}{T} = 2,0 + 4,2 \qquad \frac{R}{T} = 6,2\%$$

6.6. PERCENTAGENS DE LIXO QUE PODERÃO SER RECICLADOS

As percentagens de lixo que poderão ser reciclados foram estimadas para os materiais da coleta municipal, para os da coleta informal, como também sobre a produção diária de lixo.

6.6.1. PERCENTAGEM DA COLETA MUNICIPAL QUE PODERÁ SER RECICLADA

Segundo roteiro já visto no item 5.4.6.1., tem-

se:

$$\frac{\bar{R}}{N} = 20082 \text{ Kg/d}$$

A composição média da parcela reciclável do lixo urbano de Alfenas, conforme visto na Tabela B-6 do Anexo B é:

- papel e papelão	12,0%
- vidro	2,1%
- metal	4,5%
- plásticos	8,2%

A quantidade média de lixo que poderá ser reciclada diariamente, com base no valor de $\frac{\bar{R}}{N}$ e na composição média do resíduo urbano, é de acordo com o item 5.4.6.1.:

- papel e papelão	2.409 Kg/d
- vidro	422 Kg/d
- metal	904 Kg/d
- plásticos	1.647 Kg/d

$$\frac{\bar{R}}{F} = 5.382 \text{ Kg/d}$$

Assim, a percentagem da coleta municipal que poderá ser reciclada, além de R_S será:

$$R_F = \frac{5.382}{20082} \times 100 \quad R_F = 26,8\%$$

Desta maneira, a percentagem total da coleta municipal que poderá ser reciclada é igual:

$$R_C = R_F + R_S = 26,8 + 2,0 \quad R_C = 28,8\%$$

6.6.2. PERCENTAGEM DA COLETA INFORMAL QUE PODERÁ SER REICLADA

Conforme item 5.4.6.2. da Metodologia este valor será:

$$R_I = 4,2\%$$

6.6.3. PERCENTAGEM TOTAL DO LIXO PRODUZIDO DIARIAMENTE QUE PODERÁ SER REICLADO

A percentagem total do lixo produzido diariamente que poderá ser reciclado, conforme o item 5.4.6.3. da Metodologia será de:

$$P_R = R_C + R_I = 28,8 + 4,2 \quad P_R = 33,0\%$$

No valor encontrado para a percentagem total do lixo produzido diariamente que poderá ser reciclada, não está considerada a parcela orgânica do lixo a qual poderá ser utilizada em processo de compostagem.

7. DISCUSSÃO

7.1. INTRODUÇÃO

Para a discussão dos resultados serão comparados os valores encontrados para o lixo da área urbana, relativos à composição física média, produção média per capita, potencial de reciclagem e aspectos econômicos em relação aos observados na bibliografia consultada. Além disso será apresentada uma sugestão para o gerenciamento dos resíduos sólidos da cidade.

7.2. COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS (MG) COM A DE CIDADES DE GRANDE PORTE

Foram usados, conforme pode ser visto na Tabela 36, os valores da cidade do Rio de Janeiro (RJ), Campinas (SP), Porto Alegre (RS) e São Paulo (SP), segundo POVINELLI & GOMES (1991).

A comparação dos resultados aponta para as seguintes observações:

Matéria Orgânica

Valor encontrado para Alfenas, que é de 65,6%, é superior ao valor do Rio de Janeiro que é de 38,6% e ao de São Paulo, que é de 52,5%. Porém ele é inferior ao valor de Campinas (SP) que é de 72,3% e ao de Porto Alegre (RS) que é de 74,4%. Estes valores parecem indicar que o teor deste componente na composição do lixo não tem uma influência significativa das características e magnitude das cidades.

Trapo

Analisando este componente encontramos os seguintes valores: Alfenas (MG): 3,1%, São Paulo (SP): 2,3%, Rio de Janeiro (RJ): 3,7%, Porto Alegre e Campinas (SP): 2,1%.

Estes valores encontrados para este componente, parece, como no caso da matéria orgânica, não ter uma influência significativa das características e magnitude das cidades. É importante salientar que no trabalho de POVINELLI & GOMES (1991) não foi encontrado o teor de trapo para a cidade de Porto Alegre (RS).

Papel e Papelão

Para este componente foi encontrado na caracterização do lixo de Alfenas (MG), um valor de 12%, enquanto que para São Paulo (SP), foi de 28,4%, para o Rio de Janeiro (RJ), foi de 38,4% e Campinas (SP), foi de 19,0%. Estes valores podem indicar a influência significativa de uma maior atividade comercial e industrial destas cidades em relação a de Alfenas (MG). Convém entretanto salientar, que o valor para a cidade Porto Alegre (RS), que foi de 10,6%, é inferior ao valor encontrado para

Alfenas (MG), que é de 12,0%.

Vidro

O valor encontrado para cidade de Alfenas (MG), 2,1%, é inferior aos 3,1% para a cidade de São Paulo, inferior a 3,4% para a cidade do Rio de Janeiro (RJ), mas entretanto superior aos 1,4% da cidade de Porto Alegre (RS) e aos 0,8% de Campinas (SP).

Madeira, Couro e Borracha

Na caracterização do lixo na cidade de Alfenas (MG) encontrou-se para este componente 3,0%, que é entretanto superior aos valores de 1,6% para a cidade de São Paulo (SP) e aos 1,9% para a cidade do Rio de Janeiro (RJ).

E importante lembrar que a cidade estudada é de porte inferior aos daquelas cidades.

No trabalho de POVINELLI & GOMES (1991) não consta informações deste componente para as cidades de Porto Alegre (RS) e Campinas (SP).

Metal

Com relação a este componente a sua participação em 4,5% na cidade de Alfenas (MG) está próxima aos 4,9% para a cidade de São Paulo, aos 3,7% para a cidade do Rio de Janeiro e aos 4,2% para a cidade de Porto Alegre (RS), mas bem superior aos 2,2% para a cidade de Campinas (SP), que parece também indicar a não influência do porte das cidades em relação à cidade de Alfenas (MG).

Plásticos

Para este componente, o valor de 8,2% encontrado na composição do lixo da cidade de Alfenas (MG) é inferior aos 9,7%

para a cidade do Rio de Janeiro (RJ), mas bem superior aos valores de 5,6% para a cidade de São Paulo (SP). Estes valores quando comparados, indicam não terem uma relação direta com porte das cidades.

Inertes

A participação deste componente na composição do lixo na cidade de Alfenas (MG) é de 1,5%, que é próximo aos 1,6% da cidade de São Paulo (SP). Entretanto, ele é bem superior aos 0,5% da cidade do Rio de Janeiro (RJ) e aos 0,4% da cidade de Porto Alegre (RS).

Para a cidade de Campinas (SP), POVINELLI & GOMES (1991) não apresentam qualquer valor para este componente.

7.3. COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS (MG) COM A DE CIDADES SEMELHANTES

Para a discussão serão utilizados os valores da caracterização das cidades de Rio Claro (SP) e São Carlos (SP), apresentados por POVINELLI & GOMES (1991), os quais podem ser vistos na Tabela 37.

A comparação dos resultados mostra que:

Matéria Orgânica

Os resultados para este componente são bastante próximos para as cidades de Alfenas (MG) e Rio Claro (SP), respectivamente iguais a 65,6% e 62,8%. Para a cidade de São Carlos (SP) foi encontrado um valor de 56,7%, portanto inferior ao valor da cidade de Alfenas (MG) em aproximadamente 16%.

Papel e Papelão

Referente a este componente têm-se para Alfenas (MG) um

valor de 12% e para Rio Claro (SP) um valor de 15,2%, que são bem próximos. Já para a cidade de São Carlos (SP) este atinge um valor de 21,3%, ou seja, 77,5% superior ao valor encontrado para a cidade de Alfenas (MG). Esta diferença pode ser explicada pelo fato da cidade de São Carlos (SP) possuir atividades comerciais e industriais superiores as da cidade de Alfenas (MG).

Trapo

Para a cidade estudada o valor deste componente no lixo chega a 3,1%, enquanto que para as cidades de Rio Claro (SP) e São Carlos (SP) chegam a 2,0% e 1,4% respectivamente, ou seja a cidade de Alfenas (MG) com um valor bem superior.

Madeira, Couro e Borracha

O valor encontrado para a cidade de Alfenas (MG), que foi de 3,0%, é bem superior aos valores para as cidades de Rio Claro (SP) e São Carlos (SP), que são respectivamente 0,6% e 2,3%.

Vidro

Na caracterização do lixo coletado encontra-se para este componente na cidade de Alfenas (SP) um valor 2,1%, praticamente o mesmo valor da cidade de Rio Claro (SP). Já para a cidade de São Carlos (SP) este componente chega a um valor de 3,4%, ou seja 61,9% superior ao valor de Alfenas (MG).

Esta grande diferença pode ser explicada pelo fato de São Carlos (SP) ter uma área comercial e industrial bem superior a de Alfenas (MG).

Metal

Quanto a este componente, tem-se para Alfenas (MG) um valor de 4,5%, para a cidade de Rio Claro (SP), 3,5% e São Carlos (SP), 5,4%. O valor encontrado para a cidade estudada é superior ao

valor para a cidade Rio Claro (SP), porém um pouco inferior ao valor da cidade de São Carlos (SP). Este maior valor pode ser explicado por ter a cidade de São Carlos (SP) uma área comercial e industrial superior a de Alfenas (MG).

Plásticos

O valor encontrado no lixo coletado em Alfenas (MG) de 8,2% é próximo aos 8,5% para a cidade de São Carlos (SP).

Porém, quando comparado com o valor de Rio Claro (SP) que é de 5,5%, ele é superior aproximadamente em 49%.

Inertes

Tem-se para cidade de Alfenas (MG) e cidade de São Carlos (SP), 1,5% e 1,3% respectivamente. Para a cidade de Rio Claro (SP) foi encontrado um valor de 8,1%, ou seja bem superior ao valor de Alfenas (MG).

Tabela 36 - COMPARAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES FÍSICAS MÉDIA DOS LIXOS COLETADOS EM ALFENAS (MG), SÃO PAULO (SP), RIO DE JANEIRO (RJ), PORTO ALEGRE (RS) E CAMPINAS (SP)

LOCALIDADE	ANO	MATERIA ORGANICA	TRAPO	PAPEL E PAPELÃO	MADEIRA COURO E BORRACHA	VIDRO	METAL	PLASTICOS	INERTES
		%	%	%	%	%	%	%	%
Alfenas (MG)	1992	65,6	3,1	12,0	3,0	2,1	4,5	8,2	1,5
São Paulo (SP)	1992	52,5	2,3	28,4	1,6	3,1	4,9	5,6	1,6
Rio de Janeiro (RJ)	1986	38,6	3,7	38,4	1,9	3,4	3,7	9,7	0,5
Porto Alegre (RS)	1983	74,4	-	10,6	-	1,4	4,2	6,0	0,4
Campinas (SP)	1985	72,3	2,1	19,0	-	0,8	2,2	3,6	-

Tabela 37 - COMPARAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES FÍSICAS MÉDIA DOS LIXOS COLETADOS EM ALFENAS (MG), RIO CLARO (SP) E SÃO CARLOS (SP)

LOCALIDADE	ANO	MATERIA ORGANICA	PAPEL E PAPELÃO	TRAPO	MADEIRA COURO E BORRACHA	VIDRO	METAL	PLASTICOS	INERTES
		%	%	%	%	%	%	%	%
Alfenas (MG)	1992	65,6	12,0	3,1	3,0	2,1	4,5	8,2	1,5
Rio Claro (SP)	1985	62,8	15,2	2,0	0,6	2,1	3,5	5,5	8,1
São Carlos (SP)	1991	56,7	21,3	1,4	2,3	3,4	5,4	8,5	1,3

7.4. VARIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO FÍSICA MÉDIA DO LIXO COLETADO EM ALFENAS MG

A cidade estudada tem grande parte de sua atividade associada à área educacional, onde existem, conforme visto no capítulo 5, cerca de 29 cursos de nível superior, além de um grande número de escolas de segundo grau. Esta característica confere à cidade uma acentuada população flutuante de aproximadamente 7.500 hab., o que levará automaticamente uma variação na composição do lixo coletado para os períodos correspondentes às aulas e férias escolares. Assim, pode-se observar nas análises que se estenderam de 22.07.93 (férias) até 23.09.93 (aulas) algumas variações percentuais do lixo coletado.

A **matéria orgânica** apresentou no período de férias uma média no lixo coletado igual 69,1%, enquanto que no período de aulas um valor médio de 63,8%, representando um decréscimo de aproximadamente 8,3%; quanto ao **papel e papelão** esta média chegou a 12% durante o período de férias e também 12% durante o período de aulas; para o **vidro** teve-se o valor médio 1,4% nas férias e um valor de 2,4% no período de aulas, correspondendo a um acréscimo de 73%; o **metal** apresentou nas férias um valor médio de 6,05% e de 3,7% durante as aulas o que representa uma redução de 63%; para o **plástico** encontrou-se durante as férias escolares uma média de 6,2% e já no período de aulas este valor chegou a 9,2%, ou seja um acréscimo deste componente em cerca de 48%; para o **trapo** encontrou-se nas férias a média de 1,9% e de 3,7% durante o período de aulas, representando um acréscimo de 95%; quanto à **madeira, couro e borracha**, a média encontrada durante as férias foi de 1,3% e durante as aulas de 3,8%, indicando um aumento de

192%; os **materiais inertes** tiveram nas férias uma média 1,4% e durante o período de aulas uma média de 1,2%, ou seja uma redução de 17% aproximadamente.

7.5. PRODUÇÃO MEDIA PER CAPITA

7.5.1. LIXO COLETADO PELA PREFEITURA

No trabalho desenvolvido na cidade de Alfenas (MG) foi encontrado para esta produção um valor de 0,36 kg/hab.d. Na revisão bibliográfica foram observados os valores apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 - PRODUÇÃO MEDIA PER CAPITA DE LIXO COLETADO DE DIVERSAS LOCALIDADES

AUTOR	LOCALIDADE	PRODUÇÃO EM kg/hab.d.
CAVINATO (1986)	PALMITAL (SP)	0,50
SEMA (1988)	CURITIBA (PR)	0,55
POVINELLI & GOMES (1991)	SÃO CARLOS (SP)	0,47
LARGUI DE LUCA & SARUBI (1992)	BUENOS AIRES (ARG)	0,60 - 1,14

Comparando a produção de Alfenas (0,36 kg/hab.d.) com os apresentados na Tabela 38 nota-se que ele é bem inferior ao valor encontrado para a cidade de Buenos Aires, o que é bem lógico pelas características distintas destas 2 cidades.

Quando comparado com as demais cidades desta tabela tem-se o seguinte:

A produção em Alfenas é:

- 35% inferior àquela da cidade de Palmital (SP);
- 27% inferior àquela da cidade de São Carlos (SP);
- 49% inferior àquela da cidade de Curitiba (PR).

7.5.2. LIXO TOTAL PRODUZIDO

Com base nas quantidades obtidas para o lixo coletado pela Prefeitura Municipal de Alfenas e pelo lixo coletado informalmente pelos sucateiros, obteve-se para o lixo total produzido um valor de 0,38 kg/hab.d.

Este valor foi comparado àquele obtido por BRUGGER, STOMPO & TOLGO (1992), em trabalho semelhante realizado em Caxias do Sul (RS), porém adotando metodologia diferente, já citada na revisão bibliográfica. Nesse trabalho foi obtido um valor total médio de lixo produzido de 0,45 kg/hab.d.

Verifica-se que o valor obtido em Alfenas (MG), é um pouco inferior (18%) àquele verificado em Caxias do Sul (RS), porém deve-se destacar que as duas cidades têm características econômicas diferentes.

7.6. POTENCIAL DE RECICLAGEM

Com referência a este potencial de reciclagem a bibliografia consultada destaca:

MARINI (1992)

Segundo a autora, no primeiro mundo 60% do lixo é reciclável. Em Curitiba (PR), a seleção do lixo reciclável alivia em 20% o aterro sanitário;

CLAUDIO (1991)

Mesmo nas melhores experiências, a reciclagem não conseguiu eliminar mais de 15% do total do lixo urbano;

BOTELHO FILHO (1991)

Apesar de suas vantagens a reciclagem alcança só 25% do lixo total produzido nos EUA, enquanto no Japão atinge 50%;

AMAZONAS (1992)

Cerca de 60% do lixo urbano produzido diariamente no Brasil poderia ser reciclado.

No trabalho desenvolvido na cidade de Alfenas (MG) chegou-se a um potencial de reciclagem aproximadamente igual a 33%, já computando o que é reciclado informalmente e o que poderá ser reciclado com base na caracterização do lixo coletado.

Comparando-se os valores apresentados na bibliografia, o mesmo pode ser considerado como uma situação compatível dentro da realidade da potencialidade da reciclagem do lixo urbano.

Deve-se levar em consideração que neste valor obtido em Alfenas (MG) não está incluída a parcela relativa à matéria orgânica, a qual com certeza irá aumentar bem aquele valor.

Hoje se sabe que a percentagem de lixo já reciclado na

cidade é de 6,2%. Portanto, com o aproveitamento futuro daqueles componentes que poderão ser reciclados, conseguir-se-á um aumento de 432% (de 6,2% para 33%) no reaproveitamento.

7.7. ASPECTOS DE MERCADO PARA OS MATERIAIS RECICLADOS

Estes aspectos serão considerados tanto para os materiais reciclados atualmente, como também para uma situação futura com toda a reciclagem de todo o material disponível, ou seja, o potencial de reciclagem.

7.7.1. DESTINO ATUAL DOS MATERIAIS RECICLADOS

Conforme informações obtidas em Alfenas (MG) junto aos sucateiros que trabalham com o comércio de materiais reciclados, provenientes da coleta informal ou do lixão, o destino dos mesmos, segundo cada sucateiro, é o seguinte:

- Sr. Augusto Esteves:

Todos materiais (plásticos, papel, papelão e chapas) por ele adquiridos na cidade de Alfenas (MG), são vendidos a um grande depósito situado na cidade de São João da Boa Vista (SP), de onde posteriormente são revendidos para reciclagem à indústrias situadas nas cidades de Campinas (SP) e São Paulo (SP);

- Sr. João Candido da Silva:

Como citado no capítulo 5, este é um sucateiro que trabalha somente com a compra de chapas e ferro. Os materiais por ele adquiridos na cidade de Alfenas (MG), são enviados a um depósito maior de sua propriedade situado na cidade de Poços de Caldas (MG), de onde são vendidos para reciclagem à diversas indústrias situadas na cidade de São Paulo (SP);

- Sr. Edilson José Pereira:

Conforme visto no capítulo 5, este é um sucateiro que trabalha com plásticos, papel, papelão, vidro, chapas e ferro. Estes materiais adquiridos na cidade de Alfenas (MG), são enviados periodicamente a um depósito de propriedade de seu pai situado na cidade de Poços de Caldas (MG). De lá cada material terá o seguinte destino:

- Papel e Papelão: o destino destes materiais poderá ser tanto a indústria de reciclagem situada na cidade de Valinhos (SP) ou Santa Rosa do Viterbo (SP);

- Ferro e Chapa: estes materiais são enviados a um grande depósito situado na cidade de São João da Boa Vista (SP);

- Vidro: este material tem como destino uma indústria situada na cidade de Porto Ferreira (SP);

- Plásticos: estes poderão ser enviados para a reciclagem à indústrias situadas nas cidades de Alfenas (MG), Poços de Caldas (MG) ou de São João da Boa Vista (SP);

- Sr. Cícero Palmeira da Silva: é um sucateiro que trabalha basicamente com chapas e ferro. Todo material adquirido por ele na cidade de Alfenas (MG) é enviado para reciclagem a uma indústria situada em Itaúna (MG).

7.7.2. PERSPECTIVAS FUTURAS

De acordo com item 6.6.1., tem-se que a percentagem total do lixo coletado que poderá ser reciclado além dos 2,0%, existente atualmente, é de 26,8%.

Tendo em mãos esta informação, foi feita junto aos

sucateiros existentes na cidade de Alfenas (MG), uma consulta sobre o interesse dos mesmos em trabalhar futuramente com todo este material disponível no lixão. Todos afirmaram estarem dispostos a comprar este material, desde é claro que fosse implantado algum tipo de sistema de coleta que permitisse uma melhor separação e preservação da qualidade do mesmo. Como se percebe, a possibilidade de aumentar a reciclagem é total, mas para que ela seja uma realidade é importante o interesse das autoridades em solucionar de vez os problemas decorrentes do sistema de coleta como o de disposição final.

Convém salientar ainda, que a reciclagem além de reduzir em muito a agressão ambiental decorrente do processo produtivo, como também do processo inadequado de disposição final, também é um mercado que poderá honestamente promover o sustento de muitos elementos da comunidade.

7.8. GESTAO DOS RESIDUOS

7.8.1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas que vem preocupando muito as administrações públicas se refere ao grande aumento da geração de resíduos e sua disposição final. Na maioria das situações o que se verifica é a gestão destes resíduos realizada por pessoas despreparadas tecnicamente, sem qualquer apoio logístico e com recurso financeiro insuficiente, o que acaba sempre levando a situações extremas como a dos lixões que causam todos malefícios conhecidos ao meio ambiente. Não existe uma receita única para a solução dos problemas dos resíduos urbanos.

Conforme destaca NILSSON (1992), a gestão dos resíduos urbanos deve consistir em uma combinação de processos, dentro da seguinte ordem:

- Redução da produção de resíduos: isto é, desenvolvimento de produtos de maior duração, pois além de se ter menos geração de resíduos em função da qualidade das matérias primas utilizadas, há um menor consumo de energia e agressão ao meio ambiente;

- Reciclagem e coleta seletiva: compreende a coleta em separado de materiais que possam retornar ao processo, economizando matéria prima, energia e menor agressão ao meio ambiente;

- Tratamento da matéria orgânica: com o tratamento deste componente pode-se ter além de um composto orgânico a ser utilizado na agricultura, a geração de combustível para finalidades diversas;

- Eliminação segura de resíduos contaminados: esta fração teria que ter uma destinação adequada, seja através de incineração, a pirólise, ou até mesmo a disposição em um aterro sanitário.

Como pode ser observado, a gestão dos resíduos, de maneira integrada, além de propiciar menores volumes de descartes, é de fundamental importância na preservação do meio ambiente.

7.8.2. SITUAÇÃO NA CIDADE DE ALFENAS

A situação na cidade estudada, relativa aos resíduos sólidos urbanos, está dentro do que ocorre na maioria

das cidades brasileiras, ou seja, o lixo coletado é lançado a céu aberto em um lixão existente nas imediações da área urbana. Salienta-se ainda que é incluída nesta coleta os lixos provenientes de hospitais, farmácias, postos de saúde e consultórios.

Além dos problemas relativos à agressão ambiental promovida por tal procedimento, há que se destacar a existência na área de grande quantidade de animais (porcos) que vasculham o entulho em busca de alimentos, bem como a presença de alguns catadores na coleta de materiais para serem vendidos aos sucateiros locais. E sem dúvida uma situação preocupante tanto para o destino dos animais que vivem deste entulho como para a saúde dos catadores que sobrevivem da venda destes materiais.

7.8.3. ALTERNATIVA PARA COLETA E DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE ALFENAS (MG)

Como já salientado no item anterior, o lançamento dos resíduos no lixão municipal é uma situação altamente prejudicial ao meio ambiente e ao ser humano, e que portanto não poderá perdurar por mais tempo. Alternativas deverão ser buscadas visando um horizonte que contempla uma coleta e destinação segura para esses resíduos. Conforme já destacado por NILSSON (1992), a solução para estes resíduos, nem sempre encontra um único processo, mas uma combinação de vários outros.

7.8.4. ALTERNATIVAS DE COLETA

Como se sabe, o lixo é um resíduo composto por materiais de diversas origens. Já pensando em possível

aproveitamento de componentes desta massa heterogênea, esta coleta poderá continuar a ser feita como atualmente, só que todo o resíduo seria enviado a uma unidade central onde haveria a separação da parte orgânica dos demais componentes (vidro, plásticos, papel, papelão, ferrosos, não ferrosos, pano, madeira, etc.). Convém destacar aqui, que os resíduos contaminados (hospitais, farmácias, consultórios, etc.) teriam que ter a sua coleta sendo feita através de veículos especiais.

Poderia ser implantada uma coleta diferenciada, ou seja, separação da parte orgânica do lixo dos demais componentes na origem. Assim sendo, essa coleta se faria separadamente e diariamente somente para a matéria orgânica, enquanto que os demais materiais, levando em consideração a produção da cidade, poderia ser realizada periodicamente, em datas ou dias da semana a serem fixados pela administração municipal.

Convém ainda salientar, que a coleta para os materiais não orgânicos poderá ser realizada de 2 formas, a saber:

Coleta Seletiva

Nesse tipo de coleta, o cidadão separaria em sua própria residência e em recipientes distintos os diversos materiais, tais como vidro, plásticos, ferrosos, não ferrosos, papel, papelão, madeira, pano, etc.. Periodicamente estes materiais seriam recolhidos por veículos apropriados com divisões para o transporte dos mesmos.

Coleta Seletiva

Aqui nesse tipo de coleta, o cidadão iria separar em sua residência em um só recipiente todos os materiais não orgânicos. Esses materiais assim separados seriam periodicamente recolhidos

por um veículo específico da coleta municipal, bem como os resíduos de outras origens, tais como o comercial.

7.8.5. DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE ALFENAS (MG)

Uma vez adotado qualquer que seja o sistema de coleta, as alternativas possíveis para os resíduos poderiam ser definidas em função de sua natureza.

Assim tem-se:

- **Matéria Orgânica:** poderá ser utilizada através de compostagem na produção de composto orgânico, que é um ótimo condicionamento para o solo na agricultura;

- **Materiais Recicláveis:** levando em consideração um estudo econômico, estes materiais poderão ser vendidos aos próprios sucateiros locais, ou serem comercializados diretamente às indústrias para sua reciclagem;

- **Materiais Contaminados:** deverão ser encaminhados a um aterro sanitário convenientemente projetado e operado, ou serem incinerados;

- **Materiais não Aproveitáveis:** seriam encaminhados a um aterro sanitário.

8. CONCLUSÕES

As principais conclusões obtidas neste trabalho são:

- Sobre a Composição Física Média do Lixo Coletado:

A composição física do lixo coletado é uma característica que está ligada às atividades e condições climáticas locais.

Equivalentes a outras localidades, em Alfenas (MG), verificou-se uma variação sazonal na composição do lixo coletado.

- Produção Per Capita:

Encontrou-se para esta produção um valor de 0,38 kg/hab.d., valor este próximo dos existentes em outros locais.

Sobre a quantidade total de lixo coletado

A pesagem do lixo coletado foi efetuada no período de 27.05.92 à 26.08.92, ou seja, abrangendo épocas de aulas e férias escolares.

Para o período de férias foi encontrada uma média diária de 20.349 kg e para o período escolar uma média diária de 20.567 kg, o que corresponde a um acréscimo de apenas 1% no peso total do lixo coletado.

Durante os trabalhos de pesagem, foi salientado pelo pessoal responsável pela coleta que a variação do volume do lixo coletado não era significativa com os períodos de aulas ou férias escolares;

Sobre as percentagens recicladas atualmente

Este trabalho encontrou para cidade de Alfenas (MG) os seguintes valores:

Percentagem reciclada da coleta municipal - 2,0%;

percentagem reciclada da coleta informal - 4,2%;

Assim, a percentagem total do lixo produzido na cidade que é reciclada atualmente é de 6,2%;

Sobre o potencial de reciclagem

Conforme visto anteriormente, a percentagem do lixo total produzido diariamente que está sendo reciclada através dos sucateiros é de 6,2%. Entretanto, levando em consideração a caracterização realizada no lixo coletado, existe possibilidade deste valor chegar aos 33,0%, ou seja, 70 t/d, representando um acréscimo de aproximadamente 432,0%;

Sobre o lixo reciclado atualmente

Todo este material que está sendo reciclado hoje através dos sucateiros têm em sua grande maioria mercado em outras localidades, como Poços de Caldas (MG), Itaúna (MG), Porto Ferreira (SP), São João da Boa Vista (SP), Santa Rosa do Viterbo (SP), Campinas (SP) e Valinhos (SP).

Sobre o mercado para a reciclagem adicional

Entende-se aqui por reciclagem adicional o material disponível no lixo produzido que poderá ser reciclado além do valor existente atualmente.

Sabe-se que além do valor atual reciclado, existe no lixo produzido, com base na caracterização realizada durante os trabalhos, um total adicional de aproximadamente 26,8% de material que poderá ser aproveitado.

Informações pessoais junto aos sucateiros indicou a possibilidade de comércio para este adicional, desde que fosse analisada a viabilidade de uma melhora no sistema de coleta com vistas a uma efetiva separação dos materiais.

Convém ainda destacar, que se implantado um melhor sistema de coleta, visando o aproveitamento maior de material, surgiria a oportunidade de implantação de algumas indústrias visando a reciclagem, o que sem dúvida viria em muito ajudar os sucateiros com a redução dos custos relativos aos transportes.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALONSO, L. Sólidos Resíduos. Revista DAE. Editora Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, vol. 52 (164): III - VII, mar/abr - 1992.
- AMANTE, E. R. Solução para o Problema do Lixo Urbano. Revista Limpeza Pública. Editora Unicolor, (37): p. 25 -29, out/nov de 1991.
- AMAZONAS, M. Compostagem de Lixo Urbano. Revista Projeto de Reciclagem. Ano 1 (2), Almagesto Editorial Ltda, São Paulo - SP - 1990.
- AMAZONAS, M. A Reciclagem do Lixo Urbano. Revista Limpeza Pública. Editora Unicolor, (38): p. 24 - 25, 1992.
- ARRUDA, L. C. P. Problemas das Pequenas e Médias Comunidades com Relação à Limpeza Pública. Destino Final. In 9o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Prodesan Gráfica, 1978.
- BOTELHO FILHO, D. Lixo: da Coleta à Destinação Final: As Soluções Possíveis. Revista Prefeitura Municipal. EMEP Editorial Ltda, Anos (45): p. 34 - 37, julho de 1991.

- BLEY JUNIOR, C. Usinas de Lixo no Brasil: Gerenciamento Atual e Perspectivas. Revista Limpeza Pública. (40): p. 11-19, jan/mar, São Paulo - SP, 1993.
- BRUGGER, C. M.; SLOMPO, M. & TOIGO, C. A. Determinação da Produção PER CAPITA de Resíduos Sólidos Domésticos do Município de Caxias do Sul (RS). In XXIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental 22 a 28 noviembre de 1992 - Tomo IV, p. 31 - 39, 1992.
- CAEEB. Alternativas de Energia: O Biogás e sua Tecnologia. Companhia Auxiliar de Empresas de Energia Elétrica. Departamento de Estudos de Novas Fontes de Energia, 1980.
- CANTANHEDE, A. L.; SA, F. P. & CHLEBNICEK, T. Aterro Experimental do Lixo. Documento Final, Comlurb. In X Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 21 a 26 jan, 1979.
- CAVINATO, V. M. Administração e Aproveitamento dos Resíduos Sólidos de Palmital (SP). Revista DAE, vol. 46 (144): p. 52-55 - março - 1986.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e Limpeza Pública. São Paulo - SP, 1980.
- CLAUDIO, J. R. São Paulo está à Beira do Caos. Revista Saneamento Ambiental. Ano II, (16): p. 14 - 19, out/nov - 1991.
- COSTA, T. D. A moda é usar Papel Reciclado. Jornal Gazeta Mercantil. Caderno Meio Ambiente, p. 04, 05 junho 1991-A.
- COSTA, T. D. Reciclagem dos Plásticos agora Depende dos Consumidores. Jornal Gazeta Mercantil. Caderno Meio Ambiente, p. 04, 05 junho 1991 - B.
- CROAL, S. & RANKIN, W. Conheça Ecologia. Proposta Editorial Ltda. São Paulo - SP, 1987.
- DACACH, N. G. Saneamento Ambiental. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro - RJ, 176 p., 1983.
- DEAN, R. B. Médio Ambiente: Falacias Y Horas Pasajeras. In anais do 6o Congreso Y Exposicion Internacional de Resíduos Sólidos. Madri. Session III, Libro de Conferências 1, Tomo I, p.1 - 12, 14 a 19 junho de 1992.
- GANDOLLA, M. Proposals For Future Optimizations of Sanitary Landfills For Urban Refuse. Consorzio Per Eliminazione del Rifiutti del Luganeze (CER) - Bioggio/II - 1983.
- GRANDILONE, C. Ganho de 20% com Cacos de Vidros. Jornal Gazeta Mercantil. Caderno Meio Ambiente, p. 04, 05 junho 1991.
- IBGE. Informações Pessoais. Prefeitura Municipal de Alfenas (MG). 1991. o7 3

IBGE. Retrato do Brasil. Revista Veia. Ano 26, Edição (1273) (5): 03 fev. 1993

INSTITUT FÜR VERKEHR - UND INFRASTRUKTURFORSCHUNG GMB. Ed. Kommunalreferat der Ladeshauptstadt Muchen. Ant. für - Abfallwirtschaft. Informationen Zur Abfallwirtschaft in Muchen. Band 1: Das Abfallkonzept - 1990.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Caracterização Preliminar do Lixo da Cidade de São Paulo - SP. São Paulo, 1979.

JACKSON, F. R. Energy From Solid Waste. Noves Data Corporation. EUA - 1979.

JOCHUM, J.; JODGIT, H. & SCHIMDL, E. Descontaminacion de Cenizas Filtrantes de La Incineracion de Residuos Urbanos Mediante El Proceso Deglor. In anais do 6o Congreso Y Exposicion Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session XII Residuos Peligrosos, Libro de Conferencias 2, p. 1 - 10, 14 a 19 de junho de 1992.

JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO. Saiba Como Ganhar Dinheiro Reciclando Lixo. São Paulo, 08 novembro de 1992.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Artigo p. 36, São Paulo - SP, 30 junho 1991.

KIEHL, E. J. Matéria Orgânica na Agricultura. ESALQ - USP, Piracicaba - SP, 1979.

KIMOTO, S. Reciclagem X Desperdício. Revista Limpeza Pública. (38): p. 18 - 19, São Paulo - SP, 1992.

KOLIAS, P. S. Possibilidades de Selección Previa Y Reducion de Desechos Sólidos En Atenas Y Periferia. In anais do 6o Congreso Y Exposicion Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session VI, Libro de Conferencias 1, Tomo I, p. 1 - 14, 14 a 19 de junho de 1992.

LARGHI, A.; DE LUCA, M. & SARUBI, A. Estudio de La Calidade de Los Residuos Sólidos de La Ciudad de Buenos Aires (Argentina). In. XXIII Congreso Internamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental. La Habana. Cuba, Tomo IV, p. 22 - 30, 22 a 28 de noviembre de 1992.

LIMA, L. M. G. Análise do Lixo de Manaus (AM), 1979, URBAM, Empresa Municipal de Urbanização, 1980.

LIMA, L. M. G. Tratamento de Lixo. 2 ed, Editora Hemus, São Paulo - SP, 242 p., 1991.

- LIMA, L. M. G. Incinerar ou não: é esta a questão? Revista Dirigente Municipal, vol. XXIII (3): p. 10 - 11, São Paulo, março 1992 - A.
- LIMA, L. M. G. Informações Pessoais. FEC/DHS/UNICAMP, Campinas - SP, 1992 - B.
- LIMA, L. M. G. Informações Pessoais. FEC/DHS/UNICAMP, Campinas - SP, julho de 1993.
- LINDENBERG, R. C. Problemática da Compostagem nos Países em Desenvolvimento. Revista Limpeza Pública. Editora Unicolor, (37): p. 04 - 05, São Paulo - SP, out/nov 1991.
- LOPES, W. J. A Reciclagem do Papel. Revista Limpeza Pública. Editora Unicolor, (40): p. 20 - 23, São Paulo - SP, jan / março 1993.
- LUX, F. X. R. Aterro Sanitário. Características, Limitações, Tecnologia Para Implantação e Operação. CETESB, São Paulo - SP, 1981.
- MAGAGNI, A; MOLINAS, G; SILVESTRO, G. Normativa Técnica Y Tecnología Italiana Para La Planificación Y Gestión de Vertederos Sanitarios. In anais do 6o Congreso e Exposición Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session IX, Libro de Conferencias 1, Tomo II, p. 1- 2, 14 a 19 de junho de 1992.
- MALLAN, G. M. & FINNEY, C. S. New Techniques in the Pyrolysis of Solid Waste, Minnesota, 1972.
- MAN, D. L. Papel de Los Vertederos En Un Sistema Integrado de Gestión de Residuos. In anais do 6o Congreso Y Exposición Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session I, Libro de Conferencias 1, Tomo I, p. 1 - 14, 14 a 19 de junho de 1992.
- MANDELLI, S. et alii. Remediação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos. In. Tratamento de Resíduos Sólidos. Compêndio de Publicações, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), 1991.
- MAQBRI, MaqBrit - Com. e Ind. de Máquinas, Catálogos, junho 1992.
- MARINI, P. Lixo: Uma Montanha de Problemas. Revista Dirigente Municipal. vol. XXIII (3): p. 06 - 13, São Paulo - SP, março 1992.
- MENDONÇA, R. Resíduos Sólidos Urbanos na Região Parisiense. Revista Limpeza Pública. (38): p. 04 - 06, São Paulo - SP, março de 1992.

- MONTEIRO, J. H. P. & MANSUR, G. L. Projeto de uma Usina de Reciclagem e Compostagem para Cidades de Pequeno e Médio Portes. Revista Engenharia Sanitária. vol. 26 (1): p. 75 - 82, jan/mar, 1987.
- NEVES, J. L. & VALENTE, E. T. Aterro Sanitário: Uma Verdadeira Obra de Engenharia. Revista Prefeitura Municipal. EMEP Editorial Ltda, Ano (48): p. 30 - 38, São Paulo - SP, outubro de 1991.
- NILSSON, K. Tendências Mundiales de La Incineracion de Residuos Sólidos. In anais do 6o Congreso Y Exposicion Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session I, Libro de Conferências 1, Tomo I, p. 1 - 10, 14 a 19 de junho de 1992.
- OJIMA, M. K. Estudo de Alternativas Para a Disposição de Resíduos Sólidos. Aterro de São Giacomio. In: Tratamento de Resíduos Sólidos. Compêndio de Publicações. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul - RS, 1991.
- ORTH, M. H. A. Apostila: Aterro Sanitário. CETESB, São Paulo, 65 p., maio de 1979.
- ORTH, M. H. A. Como as Prefeituras Resolvem a Questão. Revista Prefeitura Municipal. EMEP Editorial Ltda. Ano 4, (40): p. 20 - 23, São Paulo - SP, fevereiro de 1991.
- PATEL, J. J. Gobar Gas Plant, paper presented at Indian Agric. Fair, Khadi Udyog, India, 1963.
- PEIXOTO, J. O. Destinação Final de Resíduos Sólidos, Nem Sempre Uma Opção Econômica. Revista Engenharia Sanitária. vol. 27 (01): p. 15 - 18, jan/mar, 1988.
- PEREIRA NETO, J. T. Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos. Revista Saneamento Ambiental. Ano II (16): p. 22 - 26, São Paulo - SP, outubro/ novembro de 1991.
- PFEFFER, J. T. Methane Fermentation of Stillage. In: Seminário Internacional Sobre Tratamento de Vinhoto. Rio de Janeiro, IPT, 1976.
- POVINELLI, J. & GOMES, L. P. Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Carlos, SP, Brasil. Revista BIO. p. 63 - 68, abr/jun 1991.
- RESTRETO, J. Incinerar ou não: é esta a questão? Revista Dirigente Municipal. vol. XXIII (3): p. 10 - 11, São Paulo - SP, março de 1992.
- REVISTA LIMPEZA PÚBLICA. Reciclagem do Plástico oriundo do Lixo Doméstico. Editora Unicolor, (37): p. 18 - 22, São Paulo - SP, out/nov 1991 - A.

REVISTA LIMPEZA PÚBLICA. A Função do Catador de Lixo na Gestão de Resíduos. Trabalho apresentado no REMAI 91, 11 - 14, nov 1991, Editora Unicolor, (37): p. 06 - 13, São Paulo - SP, 1991 - B.

REVISTA PREFEITURA MUNICIPAL. Lixo: Administração Direta Vs. Privatização. EMEP Editorial Ltda, Ano 6 (56): p. 16 - 22, São Paulo - SP, julho/ agosto de 1992.

REVISTA PROJETO DE RECICLAGEM. Reportagem sobre a Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar na Cidade de São Paulo. Ano 1, (1). São Paulo - SP, 1990.

REVISTA SANEAMENTO AMBIENTAL. São Paulo Está à Beira do Caos. Ano II, (16): p. 14 - 19, São Paulo - SP, outubro/ novembro de 1991.

SATHIANATHAN, M. A. Biogás - Achievements and Challenges. New Delhi, 1975.

SEMA - CURITIBA PR. O lixo que não é lixo. Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba (PR), 1988.

SEO, A. Completando o Ciclo. Revista Limpeza Pública. (38): p. 26 - 28, São Paulo - SP, 1992.

TEIXEIRA, E. N. Adaptação de Estruturas Existentes (Esterqueiras) em Biodigestores, Dissertação de Mestrado, FEAGRI - UNICAMP, Campinas - SP, 1985.

TEIXEIRA, E. N. Tratamento de Lixo, Curso EC 718, FEC - UNICAMP, 2 semestre, Campinas - SP, 1993.

THOMPSON, C. Ganhe Dinheiro Com a Reciclagem do Lixo. Jornal Folha de São Paulo. Caderno de Finanças, p. 2, 04 de abril de 1993.

VILLALBA, H.; BUSTABAD, P. El Reciclado Y Compostaje de R.S.U. En Espanha: Antecedentes Y Futuro. In anais do 6o Congreso Y Exposicion Internacional de Residuos Sólidos. Madrid, Session V, Libro de Conferencias I, Tomo I, p. 1 - 13, 14 a 19 de junho de 1992.

ANEXO A

Tabela A-1 - IDENTIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS COLETORES
DE LIXO NO MUNICÍPIO DE ALFENAS - MG,
1993

VEÍCULO		TARA
MARCA	CHAPA Nº	Kg
Chevrolet	OM - 0324	5.940
Chevrolet	OM - 5662	6.140
Dodge	OM - 5633	6.290
Dodge	OM - 5665	6.140

Tabela A-2 - ORIGEM DO LIXO COLETADO E PESO, EM ALFENAS - MG,
1992

COLETA DE LIXO

IDENTIFICACAO DOS VEICULOS:	Veiculo chapa no	-	Tara (kg)
	OM - 0324		5.940
	OM - 5662		6.140
	OM - 5663		6.290
	OM - 5665		6.140

[illegible]

Tabela A-3 - TOTAL DE LIXO DOMICILIAR E RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

DATA	ROTEIRO No	PESO TOTAL DO VEICULO, kg	PESO DO VEICULO, kg	PESO DO LIXO, kg
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				

Tabela A-4 - IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS CAÇAMBAS
COLETORAS DE LIXO NO MUNICÍPIO DE ALFENAS
- MG, 1993

CAÇAMBA		
Nº	PESO - Kg	LOCALIZAÇÃO
1	190	Pça. Getúlio Vargas
2	190	Pça. Dr. Emilio da Silveira
3	190	Bairro do Pôr do Sol

Tabela A-5 - TOTAL DE LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM COLETADO DIARIAMENTE, EM ALFENAS - MG, 1992

DATA	CAÇAMBA Nº	PESO TOTAL Kg	PESO DA CAÇAMBA, kg	PESO DO LIXO, kg
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				
TOTAL DO DIA				

Table A-6

[illegible]

Tabela A-7

[illegible]

ANEXO B

Tabela B-1 - TOTAIS DIARIOS DE COLETA DO LIXO DOMICILIAR E
RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

DATA	ROTEIRO	PESO TOTAL DO VEICULO, Kg	PESO DO VEICULO Kg	PESO DO LIXO Kg
27.05.92	1	9010	6140	2870
	2	8900	5940	2960
	3	10090	6140	3950
	4	9950	6290	3660
	5	8320	6140	2160
	6	9000	6140	2860
TOTAL DO DIA				18460
03.06.92	1	9460	6140	3320
	2	9840	5940	3900
	3	9990	6140	3850
	4	10170	6290	3880
	5	8680	6140	2540
	6	9250	6140	3110
TOTAL DO DIA				20600
10.06.92	1	8870	6140	2730
	2	9300	5940	3360
	3	9930	6140	3790
	4	10020	6290	3730
	5	7740	5940	1800
	6	9830	6140	3690
TOTAL DO DIA				19100
17.06.92	1	8870	6140	2730
	2	9300	5940	3360
	3	9280	6140	3140
	4	10020	6290	3730
	5	8490	6140	2350
	6	10130	6290	3840
TOTAL DO DIA				19150

Tabela B-1 - TOTAIS DIARIOS DE COLETA DO LIXO DOMICILIAR E
RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE
(Cont.)

DATA	ROTEIRO	PESO TOTAL DO VEICULO, Kg	PESO DO VEICULO Kg	PESO DO LIXO Kg
24.06.92	1	9650	6140	3510
	2	9850	5940	3910
	3	9400	6140	3260
	4	9590	6290	3300
	5	8270	5940	2330
	6	9730	6140	3590
TOTAL DO DIA				19900
01.07.92	1	9750	6140	3610
	2	9120	5940	3180
	3	9410	6140	3270
	4	10560	6290	4270
	5	9070	5940	3130
	6	10340	6140	4200
TOTAL DO DIA				21660
08.07.92	1	9420	6140	3280
	2	9100	5940	3160
	3	9220	6140	3080
	4	10010	6290	3720
	5	8450	6140	2310
	6	9240	6140	3100
TOTAL DO DIA				18650
15.07.92	1	9510	6140	3370
	2	9220	5940	3280
	3	10280	6140	4140
	4	10150	6290	3860
	5	8680	5940	2740
	6	9050	6140	2910
TOTAL DO DIA				20300

Tabela B-1 - TOTAIS DIARIOS DE COLETA DO LIXO DOMICILIAR E
RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE
(Cont.)

DATA	ROTEIRO	PESO TOTAL DO VEICULO, Kg	PESO DO VEICULO Kg	PESO DO LIXO Kg
22.07.92	1	9480	6140	3190
	2	9520	5940	3580
	3	9770	6140	3630
	4	10190	6290	3900
	5	8200	5940	2260
	6	9130	6140	2990
TOTAL DO DIA				19550
29.07.92	1	9280	6140	3140
	2	8240	5940	2300
	3	9930	6140	3790
	4	9890	6290	3600
	5	8500	5940	2560
	6	9900	6140	3760
TOTAL DO DIA				19150
05.08.92	1	9600	6140	3460
	2	9300	5940	3360
	3	9850	6140	3710
	4	10320	6290	4030
	5	8780	5940	2840
	6	9500	6140	3360
TOTAL DO DIA				20760
12.08.92	1	9050	6140	2910
	2	9250	5940	3310
	3	8840	6140	2700
	4	10350	6290	4060
	5	8560	5940	2620
	6	9530	6140	3390
TOTAL DO DIA				18990

Tabela B-1 - TOTAIS DIARIOS DE COLETA DO LIXO DOMICILIAR E
RESIDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE
(Cont.)

DATA	ROTEIRO	PESO TOTAL DO VEICULO, Kg	PESO DO VEICULO Kg	PESO DO LIXO Kg
19.08.92	1	9150	6140	3010
	2	8980	5940	3040
	3	9600	6140	3460
	4	9390	6290	3100
	5	8680	5940	2740
	6	9450	6140	3310
TOTAL DO DIA				18660
26.08.92	1	9340	6140	3200
	2	9200	5940	3260
	3	9500	6140	3360
	4	9390	6290	3100
	5	8680	5940	2740
	6	9200	6140	3060
TOTAL DO DIA				18720

Tabela B-2 - TOTAL DE LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM COLETADO DIARIAMENTE

DATA	CAÇAMBA No	PESO TOTAL Kg	PESO DA CAÇAMBA Kg	PESO DO LIXO Kg
27.05.92	01	550	190	420
	02	420	190	250
	03	320	190	140
TOTAL DO DIA				810
03.06.92	01	680	190	490
	02	450	190	260
	03	350	190	160
TOTAL DO DIA				910
10.06.92	01	500	190	350
	02	480	190	260
	03	380	190	230
TOTAL DO DIA				840
17.06.92	01	750	190	560
	02	490	190	300
	03	420	190	230
TOTAL DO DIA				1090
01.07.92	01	600	190	410
	02	450	190	260
	03	410	190	220
TOTAL DO DIA				890
24.06.92	01	520	190	330
	02	410	190	220
	03	390	190	200
TOTAL DO DIA				750

Tabela B-2 - TOTAL DE LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E RASTELAGEM COLETADO DIARIAMENTE (Cont.)

DATA	CAÇAMBA No	PESO TOTAL Kg	PESO DA CAÇAMBA Kg	PESO DO LIXO Kg
08.07.92	01	670	190	440
	02	500	190	310
	03	430	190	220
TOTAL DO DIA				970
15.07.92	01	650	190	460
	02	480	190	290
	03	310	190	120
TOTAL DO DIA				870
22.07.92	01	700	190	510
	02	490	190	300
	03	350	190	180
TOTAL DO DIA				990
29.07.92	01	750	190	480
	02	550	190	250
	03	490	190	190
TOTAL DO DIA				920
05.08.92	01	730	190	540
	02	510	190	320
	03	470	190	280
TOTAL DO DIA				1140

Tabela B-2 - TOTAL DE LIXO DE VARRIÇÃO, CAPINA, ROÇAGEM E
RASTELAGEM COLETADO DIARIAMENTE (Cont.)

DATA	CAÇAMBA No	PESO TOTAL Kg	PESO DA CAÇAMBA Kg	PESO DO LIXO Kg
12.08.92	01	690	190	500
	02	540	190	350
	03	380	190	190
TOTAL DO DIA				1040
19.08.92	01	740	190	550
	02	580	190	390
	03	420	190	230
TOTAL DO DIA				1170
26.08.92	01	680	190	490
	02	510	190	320
	03	410	190	220
TOTAL DO DIA				1030

Tabela B-3 - TOTAIS RECICLADOS DIARIAMENTE PELOS SUCATEIROS

MATERIAL RECICLADO - Kg/d						
DATA	FERRO	NÃO FERROSO	PLÁSTICO	PAPEL + PAPELÃO	VIDRO	TOTAL
25.05.92	126,00	137,00	37,00	267,00	37,00	604,00
01.06.92	54,00	222,00	3,00	246,00	9,00	534,00
10.06.92	38,00	77,00	40,00	110,00	0,00	265,00
17.06.92	23,00	16,00	161,00	31,00	0,00	231,00
24.06.92	191,00	31,00	24,00	429,00	5,00	680,00
01.07.92	69,00	5,00	86,00	100,00	0,00	260,00
08.07.92	128,00	3,00	210,00	10,00	2,00	353,00
15.07.92	12,00	143,00	60,00	128,00	5,00	348,00
22.07.92	231,00	100,00	19,00	133,00	2,00	485,00
29.07.92	562,00	279,00	78,00	265,00	4,00	1.188,00
05.08.92	105,00	6,00	144,00	501,00	8,00	764,00
12.08.92	2323,00	15,00	47,00	304,00	3,00	2.692,00
19.08.92	555,00	243,00	10,00	289,00	7,00	1.104,00
26.08.92	93,00	297,00	163,00	762,00	87,00	1.402,00
02.09.92	238,00	84,00	343,00	398,00	14,00	1.077,00
09.09.92	76,00	75,00	117,00	344,00	3,00	615,00
16.09.92	442,00	17,00	298,00	262,00	6,00	1.025,00
23.09.92	260,00	10,00	103,00	158,00	4,00	535,00
30.09.92	30,00	209,00	163,00	404,00	35,00	841,00
07.10.92	257,00	31,00	163,00	25,00	0,00	476,00
14.10.92	534,00	286,00	110,00	405,00	0,00	1.335,00
21.10.92	268,00	390,00	950,00	743,00	63,00	2.414,00
28.10.92	263,00	30,00	191,00	341,00	0,00	825,00
04.11.92	210,00	25,00	337,00	233,00	26,00	831,00
11.11.92	190,00	20,00	418,00	535,00	0,00	1.163,00
18.11.92	150,00	26,00	120,00	753,00	4,00	1.053,00
25.11.92	238,00	126,00	306,00	429,00	8,00	1.107,00

Tabela B-4 - TOTAIS DIARIOS DE TODOS OS TIPOS DE MATERIAL
RECICLADO PELOS SUCATEIROS

DATA	Kg / d
27.05.92	604,00
03.06.92	534,00
10.06.92	265,00
17.06.92	231,00
24.06.92	680,00
01.07.92	260,00
08.07.92	353,00
15.07.92	348,00
22.07.92	485,00
29.07.92	1.188,00
05.08.92	764,00
12.08.92	2.692,00
19.08.92	1.104,00
26.08.92	1.402,00
02.09.92	1.077,00
09.09.92	615,00
16.09.92	1.025,00
23.09.92	535,00
30.09.92	841,00
07.10.92	476,00
14.10.92	1.335,00
21.10.92	2.414,00
28.10.92	825,00
04.11.92	831,00
11.11.92	1.163,00
18.11.92	1.053,00
25.11.92	1.107,00

Tabela B-5 - TOTAIS DIARIOS DE MATERIAIS RECICLADOS DO LIXAO
 ATRAVES DO DEPOSITO DO SUCATEIRO AUGUSTO ESTEVES

DATA	PAPEL E PAPELAD, Kg/d	PLASTICOS, Kg/d	TOTAL Kg/d
27.05.92	285,00	143,00	428,00
03.06.92	310,00	171,00	481,00
10.06.92	386,00	114,00	500,00
17.06.92	214,00	86,00	300,00
24.06.92	286,00	286,00	572,00
01.07.92	171,00	147,00	318,00
08.07.92	160,00	135,00	295,00
15.07.92	286,00	171,00	457,00
22.07.92	186,00	111,00	297,00
29.07.92	343,00	164,00	507,00
05.08.92	182,00	229,00	411,00
12.08.92	221,00	43,00	264,00
19.08.92	210,00	193,00	403,00
26.08.92	186,00	257,00	443,00
02.09.92	236,00	286,00	522,00
09.09.92	232,00	192,00	424,00
16.09.92	286,00	286,00	572,00
23.09.92	357,00	386,00	743,00
30.09.92	214,00	218,00	432,00
07.10.92	50,00	232,00	282,00
14.10.92	286,00	171,00	457,00
21.10.92	171,00	243,00	414,00
28.10.92	243,00	147,00	340,00
04.11.92	171,00	135,00	306,00
18.11.92	229,00	229,00	458,00
25.11.92	214,00	143,00	357,00

Tabela B-6 - COMPOSIÇÃO FISICA MEDIA DO LIXO URBANO DE ALFENAS
MG - 1992

[illegible]