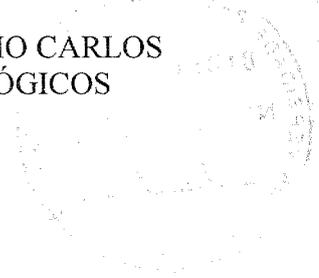


UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Roberta Viana Lima

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

H. C. Viana
2003

Juiz de Fora

2003

10 AM

Roberta Viana Lima

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientadora: Profª. Gisele Pereira Teixeira, M. Sc.

Juiz de Fora – MG

2003

Dedico este trabalho aos meus pais, minha
irmã e a minha filha Maria Fernanda.
Agradeço a Deus por ter concluído mais essa
etapa em minha vida.

Roberta Viana Lima

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente e aprovada pela seguinte banca examinadora:



Prof^a. M. Sc. Gisele Pereira Teixeira (Orientadora)

Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora – MG

06/11/2006

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
I - O LIXO.....	3
1.1-O problema do lixo.....	3
1.2 - O lixo no mundo e no Brasil.....	4
II – CLASSIFICAÇÃO DO LIXO.....	11
2.1 – Domiciliar.....	12
2.2 – Comercial.....	12
2.3 – Público.....	12
2.4 - Serviços de Saúde e Hospitalar.....	13
2.5 - Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários.....	13
2.6 – Industrial.....	14
2.7 – Agrícola.....	14
2.8 – Entulho.....	15
2.9 – Especial.....	16
III – PROCESSAMENTO DO LIXO.....	17
3.1 - Segregação de Materiais.....	17
3.1.1 Coleta Seletiva.....	18
3.1.2 Usinas de Triagem.....	23
3.2 - Reciclagem de Matéria Orgânica (Compostagem).....	25
3.2.1 Usina de Triagem e Compostagem.....	26
3.2.2 Tipos de lixo que podem ir para a usina de compostagem.....	27
3.2.3 Projeto de uma usina de triagem e compostagem.....	29
3.2.4 Benefícios de uma usina de triagem e compostagem.....	30
3.2.5 Situação Brasileira.....	31
3.2.6 Outras alternativas.....	32
3.2.6.1 Compostagem Conjunta de Lixo e Lodo Esgoto.....	32
3.2.6.2 Compostagem ou Digestão Anaeróbia.....	33
3.3 Reciclagem de Matéria Inorgânica (Papel, Plástico, Vidro, Metal, Entulho e outros materiais).....	33
3.4 Tratamento térmico.....	40
3.5 Resíduos de Serviços de Saúde.....	40

IV – DISPOSIÇÃO FINAL DO LIXO.....	44
4.1 Lixão.....	44
4.2 Aterro Controlado.....	45
4.3 Aterro Sanitário.....	46
V – COLETA DE LIXO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA.....	47
CONCLUSÃO.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

INTRODUÇÃO

As pessoas produzem lixo em suas diversas atividades, ao se alimentarem, ao construírem sua casa, ao limparem sua residência, o lixo é inevitável. Quando não gerenciados por meio de sistemas eficazes podem prejudicar a qualidade de vida das comunidades que os geram.

O modo como o homem lida com seus resíduos tem variado, da geração ao destino final, com a instalação de aterros sanitários, usinas de triagem e compostagem e aterros controlados.

A destinação dos resíduos sólidos é um problema que afeta todos os municípios brasileiros, principalmente nas grandes metrópoles. Esse quadro se deve as dificuldades enfrentadas pelos gestores municipais em dar um destino correto aos resíduos.

Entre as fontes geradoras de resíduos, citamos a domiciliar, a comercial, a pública, a industrial, a agrícola, a hospitalar, tornando a geração de resíduos uma problemática e um desafio para as sociedades contemporâneas. É evidente a necessidade de se promover a gestão adequada das áreas de disposição de resíduos, no intuito de prevenir ou reduzir os possíveis efeitos negativos ao meio ambiente ou à saúde pública.

O trabalho tem por objetivo mostrar o problema do lixo, suas conseqüências ao meio ambiente, falar sobre a coleta seletiva e coleta de lixo na cidade de Juiz de Fora.

A metodologia utilizada será a revisão de dados bibliográficos, consultas virtuais e periódicos e a descrição de dados pesquisados em campo sobre a gestão de resíduos sólidos no município de Juiz de Fora-MG. A sistematização dos dados pesquisados tem a intenção de contribuir para a conscientização junto à população do problema apresentado.

CAPÍTULO I - O LIXO

1.1 - O problema do lixo

O lixo faz parte da história do homem, sua produção é inevitável. Denominamos lixo qualquer tipo de resíduo sólido que é descartado na sua mais variada espécie. A sua geração está relacionada aos hábitos de consumo de cada população. Nos países de Terceiro Mundo, o problema é maior, o crescimento populacional é mais acelerado do que nas nações do Primeiro Mundo (SCARLATO, 1993).

Com a revolução industrial, os hábitos da população mudaram e houve um grande aumento do lixo gerado, causando transtorno. A população cresceu progressivamente e passou a ocorrer uma grande concentração nas cidades.

Para compreendermos o aumento do lixo, devemos compreender primeiro a dependência do desenvolvimento econômico aos mecanismos do mercado. O importante é a sofisticação do consumo e os esforços para garantir a expansão do mercado. Um bom exemplo são os eletrodomésticos, muito consumidos e que são feitos para que tenham poucos anos de uso e consertá-los fica mais caro e com isso são jogados no lixo.

O lixo doméstico está repleto de restos de produtos de limpeza, tintas, óleos, lubrificantes, frascos de aerossóis, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e outros materiais classificados como perigosos devido à presença de substâncias químicas tóxicas. Com o rompimento dos frascos, essas substâncias podem contaminar o solo e nossas reservas de água superficiais e subterrâneas.

No Brasil, são produzidas cerca de 228 mil toneladas de lixo diariamente. Desse total, 63% têm como destino final aterros sanitários ou controlados. 21%, ou seja, aproximadamente 48 mil toneladas vão parar nos lixões a céu aberto (ABRIL, 2004).

Quando não é tratado, o lixo expõe as pessoas a várias doenças (diarréia, amebíase, parasitose, entre outras). Pode provocar enchentes, por causa da obstrução de rios e córregos pelo material jogado em locais inadequados, pois toda essa matéria jogada às ruas, em dia de muita chuva vai parar nos bueiros, obviamente os entupindo.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as 13 maiores cidades do País são responsáveis por quase trinta e dois por cento de o todo lixo produzido, e cada brasileiro, nas cidades com mais de 200 mil habitantes, produz de 800 gramas a 1,2 quilos de lixo diariamente. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1999, do IBGE, em 1998 os serviços municipais de limpeza e coleta de lixo atingiram 92,4% das residências urbanas do país. A maior parte do lixo domiciliar é constituída de matéria orgânica e o maior prejudicado na coleta é a classe pobre que mora nas favelas e bairros populares, não tendo infra-estrutura para que os caminhões passem a recolher o lixo. “Em 2003 e 2004, o Governo liberou 4 bilhões dos recursos do FGTS, para o tratamento de água, esgoto e tratamento do lixo.” (PASCOAL, 2004).

O reaproveitamento é um negócio cada vez mais rentável. No Brasil 2 mil empresas estão envolvidas nessa atividade. Na reciclagem do vidro é possível economizar 70% de energia gasta no produto original e 50% menos de água, e com 500 quilos de papel reciclado evita-se o corte de uma árvore; com a prática da reciclagem, muitos recursos são

economizados. A reciclagem é o modo mais prático de economizar nossos recursos naturais. Para isso a população deve contribuir separando o lixo que produz; devem ser separados em secos (papel, papelão, jornais, revistas, latas, caixas e embalagens em geral), úmidos (restos de comida, cascas de frutas e legumes, papel de banheiro e outros) e não recicláveis (papel carbono e de fax, cerâmicas, lâmpadas, papel plastificado).

1.2 - O lixo no mundo e no Brasil

Estima-se que a população mundial, hoje de mais de 6 bilhões de habitantes, esteja gerando 30 bilhões de toneladas de lixo por ano (SÃO PAULO, 1998). Como é este lixo e o que acontece com ele?

As Figuras 1.1 a 1.6 mostram como é a situação em alguns países, considerados desenvolvidos, com relação: à quantidade de lixo gerada e sua composição média; à quantidade depositada em aterros, incinerada e reciclada; e ao total transformado em composto orgânico.

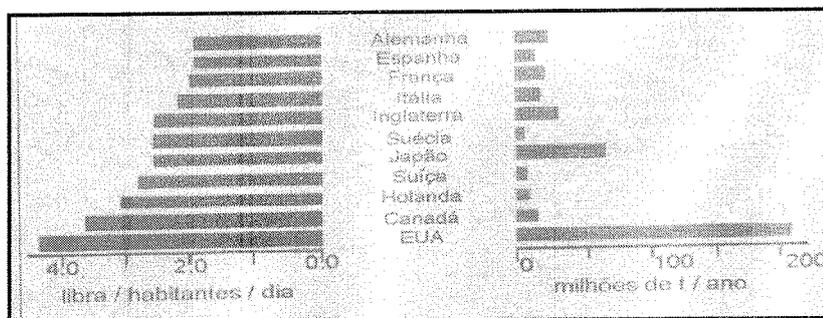


Figura 1.1 – Geração do lixo municipal
 Fonte: USEPA (1995)

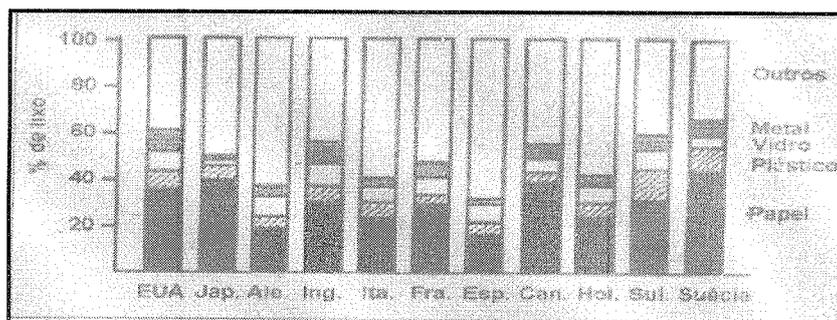


Figura 1.2 - Composição do lixo municipal
 Fonte: USEPA (1995)

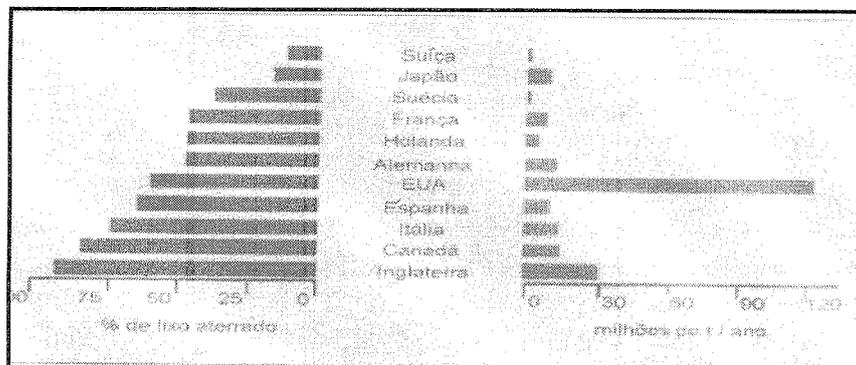


Figura 1.3 – Disposição do lixo municipal em aterros.
 Fonte: USEPA (1995)

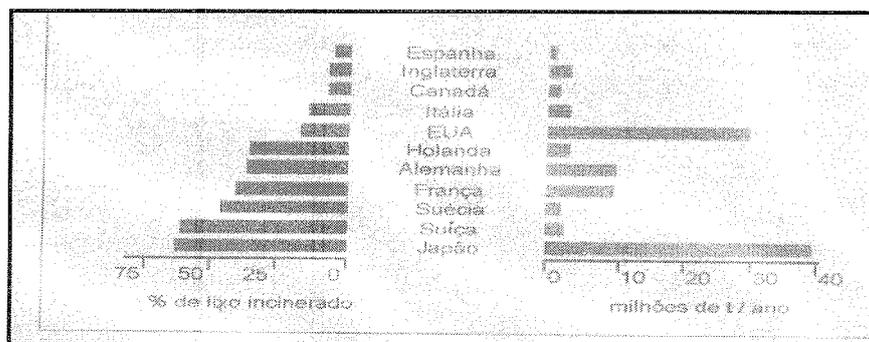


Figura 1.4 – Incineração do lixo municipal.
 Fonte: USEPA (1995)

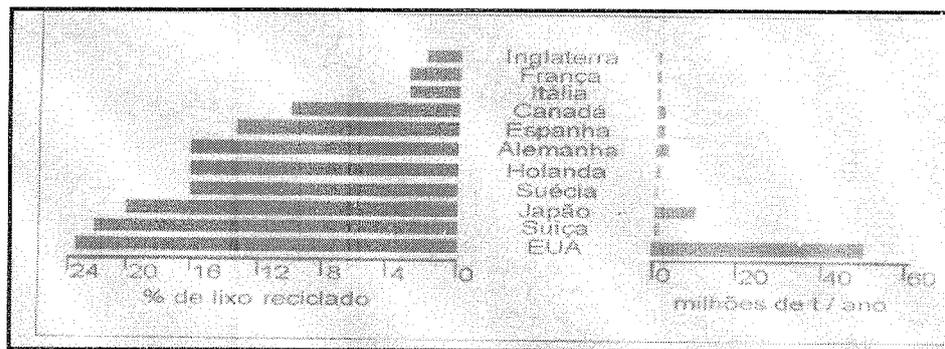


Figura 1.5 – Reciclagem do lixo municipal.

Fonte: USEPA (1995)

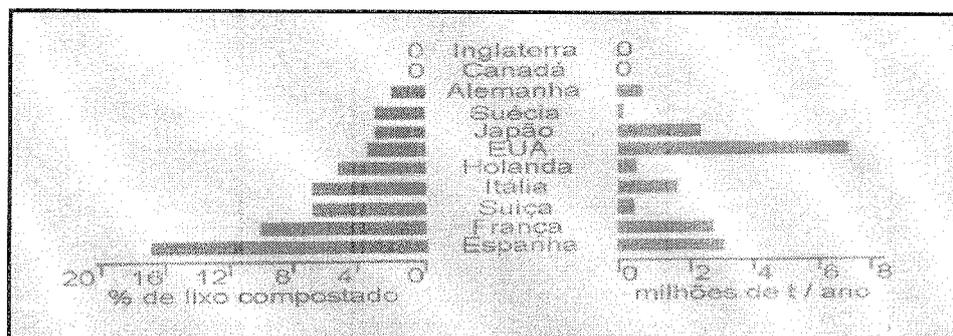


Figura 1.6 – Compostagem do lixo municipal.

Fonte: USEPA (1995)

Para os países da América Latina e Caribe, não se dispõe de dados consolidados. Existem dados esparsos, que dão uma idéia da situação atual, conforme demonstrado a seguir.

- Taxa de geração per capita

Na Colômbia têm-se taxas que vão de 0,22 kg/hab/dia para pequenas cidades a 1,1 kg/hab/dia em grandes cidades (Santa Marta). Na Venezuela, variam de 0,3 a 1,2 kg/hab/dia.

Em termos de média nacional, a Costa Rica apresenta 0,87 kg/hab/dia (1996), e o Uruguai apresenta 0,82 kg/hab/dia (1995) (RECYCLING... 1998).

- Composição do lixo

Com relação à composição do lixo, a matéria orgânica é sempre o maior componente: Argentina (1994) com 57,9%, Uruguai (1995) com 56,7%; México (1997) com 53,8% (RECYCLING... 1998).

- Coleta do lixo

A porcentagem da coleta de lixo é considerada baixa nas seguintes localidades: cidades de San Salvador- El Salvador: 60%, Costa Rica: 68% e cidade de Santo Domingo – República Dominicana: 65%. Cabe, entretanto, citar algumas taxas altas, como em Cuba: 95%, Chile: 98%, Trinidad: 95% e Uruguai: 84% (CEPAL, 1995 e RECYCLING... 1998).

- Tratamento e disposição do lixo

Do lixo coletado na América Latina e Caribe, 35% são depositados em lixões, 35% em aterros de baixa qualidade e 30% em aterros sanitários. Nos dados oficiais, o percentual do que é composto, incinerado, ou triado, para reciclagem é tão pequeno que não foi considerado no trabalho utilizado como referência. Cabe salientar também que não foi computada a coleta/triagem para reciclagem, efetuada informalmente por catadores em praticamente todos esses países (CEPAL, 1995).

O Quadro 1.1 ilustra, de forma simplificada, a situação do lixo, considerando dois parâmetros: a densidade demográfica (relação entre população e território) o nível de renda. Este quadro mostra como geralmente é a situação do lixo, mas não como deveria ser.

O Brasil, em função das suas disparidades regionais, tem um pouco de cada uma das situações ilustradas no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Situação do lixo

<p>Densidade demográfica: Alta Nível de renda: Alto</p> <p>Exemplos: Japão, Alemanha, Bélgica, costa leste dos EUA <i>Característica do lixo:</i> Alta geração per capita, Alto teor de embalagens.</p> <p><i>Gestão do lixo:</i> Coleta total do lixo, com focos em programas de coleta seletiva. Incineração usada para gerar energia. Alto Aterro sanitário, com controles ambientais, como forma de destinação final.</p>	<p>Densidade demográfica: Baixa Nível de renda: Alto</p> <p>Exemplos: Canadá, países nórdicos, interior dos EUA <i>Característica do lixo:</i> Alta geração per capita, Alto teor de embalagens e com grande parcela de resíduos de jardinagem.</p> <p><i>Gestão do lixo:</i> Coleta total do lixo. Aterro sanitário, como principal forma de destinação. Algumas iniciativas de reciclagem, dependendo da região. Compostagem de resíduos orgânicos.</p>
<p>Densidade demográfica: Alta Nível de renda: Baixo</p> <p>Exemplos: Cidades na Índia, China, Egito <i>Característica do lixo:</i> Média geração per capita, teor médio de embalagens e alto de restos de alimentos. <i>Gestão do lixo:</i> Coleta inadequada do lixo. Crescente preocupação em fechar lixões e criar aterros sanitários com controles ambientais. Indústrias de reciclagem abastecidas por catadores trabalhando nas ruas e nos lixões.</p>	<p>Densidade demográfica: Baixa Nível de renda: Baixo</p> <p>Exemplos: Áreas rurais da África e de algumas regiões da América Latina <i>Característica do lixo:</i> Baixa geração per capita, Alto teor de restos de alimentos. <i>Gestão do lixo:</i> Coleta inadequada do lixo. Lixão como principal forma de destinação.</p>

Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000)

Em 1997, a coleta de lixo no Brasil, considerando-se apenas os domicílios urbanos, era de, aproximadamente, 70%. Este percentual, embora, longe de ser o mais adequado, representa um avanço em relação aos valores de 1990 (64%) e de 1981 (49%). Estes dados globais, todavia, escondem grandes diferenças regionais, conforme mostram a Tabela 1.1 e Figura 1.7.

Tabela 1.1 – Dados sobre coleta de lixo no Brasil

Estados do Brasil	Domicílios sem coleta de lixo (%)	Estados do Brasil	Domicílios sem coleta de lixo (%)	Estados do Brasil	Domicílios sem coleta de lixo (%)
Maranhão	67,5	Pará	38,4	Goiás	23,1
Piauí	63,1	Sergipe	38,2	Mato Grosso	19,1
Bahia	51,2	Amazonas	30,7	Paraná	11,2
Alagoas	50,5	Amapá	28,2	Santa Catarina	10,6
Ceará	47,8	Rio Grande do Norte	27,1	Rio de Janeiro	10,0
Acre	47,6	Rondônia	26,1	Rio Grande do Sul	9,2
Paraíba	47,4	Espírito Santo	24,4	Mato Grosso do Sul	5,4
Tocantins	46,1	Roraima	24,3	São Paulo	3,2
Pernambuco	44,5	Minas Gerais	24,0	Distrito Federal	1,4

Fonte: SENAC (1996).

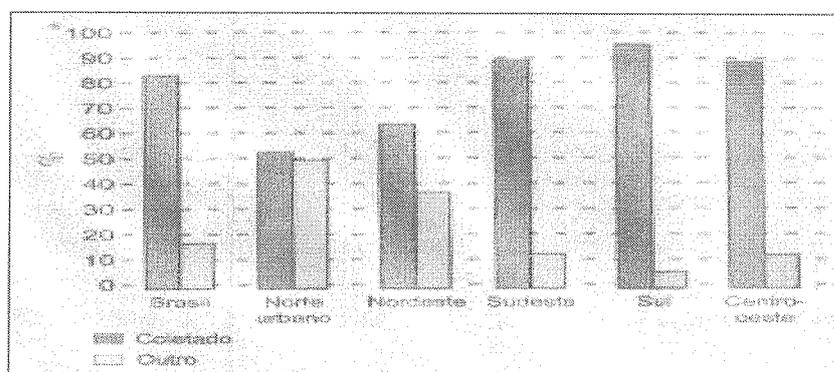


Figura 1.7- situação da coleta de lixo por regiões

Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

CAPÍTULO II – CLASSIFICAÇÃO DO LIXO

São várias as formas possíveis de se classificar o lixo. Por exemplo:

- por sua natureza física: seco e molhado;
- por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não-inertes e inertes (ABNT, 1987a, b, c, d), conforme mostra no Quadro 2.1.

Quadro 2.1– Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade

Categoria	Características
Classe I (Perigosos)	Apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe II - A (Não-inertes)	Extrato solubilizado. Padrões de concentrações superiores ao permitido quanto à potabilidade da água.
Classe II - B (Inertes)	Extrato solubilizado.

Outra importante forma de classificação do lixo é quanto à origem, ou seja, domiciliar, comercial, varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, agrícolas e entulhos.

2.1 - Domiciliar

Também chamado de doméstico ou residencial. É aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (cascas de frutas, verduras, sobras, etc), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém, ainda, alguns resíduos que poderiam ser tóxicos (LIMA, 1995).

2.2 - Comercial

Aquele originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc.

O lixo destes locais tem grande quantidade de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários, tais como papel-toalha, papel-higiênico, etc.(LIMA, 1995).

2.3 - Público

Aquele originado dos serviços de:

- limpeza pública urbana, incluindo-se todos os resíduos de varrição das vias públicas; limpeza de praias, limpeza de galerias, córregos e terrenos; restos de podas de árvores; corpos de animais, etc.;
- limpeza de áreas de feiras livres, constituído por restos vegetais diversos, embalagens, etc.

2.4 - Serviços de Saúde e Hospitalar

Constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, oriundos de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. Tratam-se de agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de culturas e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencido, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc.(MMA/IDEC, 2002).

Os resíduos assépticos destes locais, constituídos por papéis, restos de preparação de alimentos, resíduos de limpezas gerais (pós, cinzas, etc.) e outros materiais, desde que coletados segregadamente e não entrem em contato direto com pacientes ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são semelhantes aos resíduos domiciliares.

2.5 - Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários

Constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, produzidos nos portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. Basicamente, constituem-se de materiais de higiene, asseio pessoal e restos de alimentos, os quais podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

Também neste caso, os resíduos assépticos destes locais, desde que coletados segregadamente e não entrem em contato direto com os resíduos sépticos anteriormente descritos, são semelhantes aos resíduos domiciliares.

2.6 - Industrial

Aquele originado nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia, etc. O tipo de lixo varia de acordo com o ramo de atividade da indústria, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, etc.

Nesta categoria está maior parte dos materiais considerados perigosos ou tóxicos (MMA/IDEC, 2002).

2.7 - Agrícola

São resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária. Incluem embalagens de fertilizantes e de defensivos agrícolas, rações, restos de colheita, etc.

Em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva.

As embalagens de agroquímicos, geralmente altamente tóxicos, têm sido alvo de legislação específica quanto aos cuidados na sua destinação final. A tendência mundial, neste particular, é para co-responsabilização da indústria fabricante nesta tarefa.

2.8 - Entulho

Resíduo da construção civil, composto por materiais de demolições, restos de obras, solos de escavações diversas, etc. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento, porém, geralmente contém uma vasta gama de materiais que podem lhe conferir toxicidade, com destaque para os restos de tintas e de solventes, peças de amianto e metais diversos, cujos componentes podem ser remobilizados caso o material não seja disposto adequadamente.

No Quadro 2.2 é indicada a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos descritos anteriormente.

Quadro 2.2 – Responsabilidade pelo gerenciamento do lixo

Origem do lixo	Responsável
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura*
Público	Prefeitura
Serviços de Saúde	Gerador (hospitais, etc.)
Industrial	Gerador (indústrias)
Portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários	Gerador (portos, etc.)
Agrícola	Gerador (agricultor)
Entulho	Gerador

(*) A Prefeitura é responsável por quantidades pequenas (geralmente inferiores a 50 kg) de, acordo com a legislação municipal específica. Quantidades superiores são de responsabilidade do gerador.

Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

2.9 - Especial

Tratam-se de resíduos em regime de produção transiente, como veículos abandonados, podas de jardins e praças, mobiliário, animais mortos, descargas clandestinas, etc. Em geral, as prefeituras ou empresas de limpeza pública dispõem de um serviço de coleta para atender tais casos (LIMA, 1995).

CAPÍTULO III – PROCESSAMENTO DO LIXO

3.1 - Segregação de Materiais

A segregação de materiais do lixo tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes.

Reciclagem é o resultado de uma série de atividades, pela qual materiais que tornaram lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

A reciclagem pode trazer vários benefícios, entre eles:

- diminuição da quantidade de lixo a ser aterrada;
- preservação de recursos naturais;
- economia de energia;
- diminuição de impactos ambientais;
- novos negócios;
- geração de empregos diretos e indiretos.

Deve deixar claro que a possibilidade de reciclar materiais só existe se houver demanda por produtos gerados pelo processamento destes. Assim, antes de um município decidir se vai estimular ou implantar a segregação de materiais, visando a sua reciclagem, é importante verificar se há esquemas pelos quais possa haver escoamento destes materiais (venda ou doação).

A análise do mercado de recicláveis, principalmente da região, ditará quais os produtos do lixo que poderão ser reciclados industrialmente.

Quando uma Prefeitura opta por um programa de reciclagem, tem de tomar uma decisão estratégica em relação ao processo de separação dos materiais a serem reciclados. Há, basicamente, dois caminhos a seguir:

- coleta seletiva – é a separação dos materiais na fonte pelo gerador (população), com posterior coleta de materiais separados;
- usinas de triagem – é a separação dos materiais em usinas de triagem, após a coleta normal e transporte de lixo.

No caso de materiais recicláveis, é importante lembrar que existe uma sazonalidade de preços para a venda, e que esta não é igual para todos os tipos de material. Por isso, indica-se o planejamento dos estoques de materiais e a existência de um local para seu armazenamento, uma vez que a flutuação no mercado comprador prejudica o fluxo de saída dos mesmos.

3.1.1 Coleta Seletiva

A coleta seletiva de lixo é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e “orgânicos”, previamente separados na fonte geradora. Estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (CEMPRE, 1999).

Jardim et al. (1995) sugere que a coleta seletiva esteja “(...) no tupé da tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), informação (para motivar o público alvo) e mercado (para absorção do material recuperado)”.

Para implantar-se a coleta domiciliar seletiva em uma comunidade, faz-se necessária a conscientização de seus membros, através da educação ambiental a fim de que percebam a real importância da realização de mudanças em seus comportamentos.

Existem diversas formas de operar um sistema de coleta seletiva de lixo sólido domiciliar urbano. Cada município deve avaliar e adotar aquele que melhor lhe convier. Em alguns casos, a combinação de diferentes metodologias poderá gerar os melhores resultados.

As quatro principais modalidades de coleta seletiva são: porta-a-porta (ou domiciliar), em postos de entrega voluntária, em postos de troca e por catadores.

A coleta seletiva de porta-a-porta assemelha-se ao procedimento clássico de coleta normal de lixo. Porém, os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos que não coincidam com a coleta normal. Os moradores colocam os recicláveis nas calçadas, acondicionados em contêineres distintos. O tipo e o número de contêineres variam de acordo como sistema implantado.

A coleta seletiva em PEV – Postos de Entrega Voluntária ou em LEV – Locais de Entrega Voluntária utiliza normalmente contêineres ou pequenos depósitos colocados em pontos fixos no município, onde o cidadão, espontaneamente, deposita os recicláveis. (Figura 3.1.1).

Nos PEV ou LEV, cada material deve ser colocado num recipiente específico, onde deve constar o nome do reciclável. Normalmente, estes recipientes são coloridos e em cores que acompanham uma padronização já estabelecida, ou seja:

- verde para vidro;
- azul para papel;
- vermelho para plástico;
- amarelo para metais;

A modalidade de coleta seletiva em postos de troca se baseia, como o nome já diz, na troca do material entregue por algum bem ou benefício, que pode ser alimento, vale-transporte, vale-refeição, descontos, etc.

Atualmente, a participação dos catadores na coleta seletiva tem grande importância para o abastecimento do mercado de materiais recicláveis e, conseqüentemente, como suporte para a indústria recicladora. Um programa de coleta seletiva deve contemplar os trabalhos destes indivíduos, mesmo que não haja apoio direto a esta atividade.

A coleta seletiva normalmente envolve a construção de Galpões de Triagem (CEMPRE, 1999), onde os materiais recicláveis são recebidos, separados, caso estejam misturados, prensados ou picados e enfiados ou embalados. Em alguns casos, pode ser feito um pré-beneficiamento, que irá agregar valor à sucata a ser comercializada, como, por exemplo, no caso de plásticos, a retirada de rótulos, lavagem, separação por cor, etc.

A coleta seletiva deve estar baseada no tripé:

- tecnologia para efetuar a coleta, separação e reciclagem;

- mercado para absorção do material recuperado;
- conscientização para motivar o público alvo.



Figura 3.1.1 – PEVs – Posto de Entrega Voluntária
 Fonte: CEMPRE (1999)

O sucesso da coleta seletiva está diretamente associado aos investimentos feitos para sensibilização e conscientização da população. Normalmente, quanto maior a participação voluntária em programas de coleta seletiva, menor é seu custo de administração. Não se pode esquecer também a existência do mercado para os recicláveis.

Os aspectos positivos da coleta seletiva são:

- proporciona boa qualidade dos materiais recuperados, uma vez que estes estão menos contaminados pelos outros materiais presentes no lixo;
- estimula a cidadania, pois a participação popular reforça o espírito comunitário;

- permite maior flexibilidade, uma vez que pode ser feita em pequena escala e ampliada gradativamente;
- permite articulações com catadores, empresas, associações ecológicas, escolas, sucateiros, etc.;
- reduz o volume do lixo que deve ser disposto.

Os aspectos negativos da coleta seletiva são:

- necessita esquemas especiais, levando a um aumento dos gastos com coleta. Por exemplo, no caso da coleta porta-a-porta, utiliza caminhos especiais que passam em dias diferentes dos da coleta convencional;
- necessita, mesmo com a segregação na fonte, de um centro de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo.

“ No Brasil existe coleta seletiva em cerca de 135 cidades, de acordo com o professor Sabetai Calderoni (autor do livro “Os bilhões perdidos no lixo”, Ed. Humanista). Na maior parte dos casos, a coleta é realizada pelos catadores organizados em cooperativas ou associações” (www.lixo.com.br).

Quando há uma sistema de coleta seletiva bem estruturado, a reciclagem pode ser uma atividade econômica rentável. Pode gerar emprego e renda para as famílias de catadores que devem ser os parceiros prioritários na coleta seletiva. Além de beneficiar o meio ambiente, a coleta seletiva é uma oportunidade de trabalho que pode ajudar a diminuir o desemprego.

De acordo com LOPES (2005), um estudo feito pela Cempre (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), associação sem fins lucrativos que promove o gerenciamento

integrado do lixo, estima-se que cerca de 500 mil catadores estejam trabalhando nos lixões do Brasil, colhendo material reciclável e sobrevivendo de restos de comidas que são encontrados.

Deve ser feita a instalação de Postos de Entrega Voluntária (PEV), em pontos estratégicos para que a população possa entregar materiais recicláveis. Devidamente separados e de preferência limpos. É importante também, quanto ao serviço da coleta, que os horários e dias previstos sejam cumpridos.

Assim, o processo de educação ambiental informal é de extrema importância, pois conscientiza e faz a comunidade participar através de mudanças de hábitos no seu cotidiano.

A implantação da coleta domiciliar seletiva garantirá melhor qualidade dos resíduos sólidos onde as vantagens serão redução em quantidade e periculosidade dos materiais a serem aterrados e melhor qualidade dos resíduos a serem reciclados. Estas ações são chamadas de tratamentos com vantagens econômicas e ambientais.

3.1.2 Usinas de Triagem

As Usinas de Triagem são usadas para a separação dos materiais recicláveis do lixo proveniente da coleta e transporte usual.

Conjuntamente com a Usina de Triagem, é comum existir a compostagem da fração orgânica do lixo, uma vez que esta última requer uma separação prévia. A instalação de uma Usina de Triagem, sem a compostagem da fração orgânica do lixo, pode vir a ser um processo oneroso e sem grande retorno do ponto de vista ambiental.

As Usinas de Triagem oferecem uma maneira de reduzir sensivelmente a quantidade de resíduos enviados ao aterro, atingindo taxas de 50%, quando bem gerenciadas.

Assim como no caso da coleta seletiva, deve haver um mercado para os materiais separados, tanto orgânicos quanto inorgânicos.

Os pontos positivos de uma Usina de Triagem são:

- não requer alteração do sistema convencional de coleta, apenas a mudança no destino do caminhão que passa em uma Usina de Triagem, ao invés de seguir direto para o lixão ou aterro;
- possibilita o aproveitamento da fração orgânica do lixo, pela sua compostagem.

Os pontos negativos de uma Usina de Triagem são:

- investimento inicial em equipamentos que vão constituir a Usina (existem vários tipos de equipamentos de separação, e ainda há debates sobre as melhores técnicas de operação);
- necessidade de técnicos capacitados para operar a Usina (investimento em treinamento);
- a qualidade dos materiais separados da “fração orgânica” e potencialmente recicláveis não é tão boa quanto da coleta seletiva, devido à contaminação por outros componentes do lixo. No caso do papel, por exemplo, a contaminação, na maioria das vezes, impede sua reciclagem.

3.2 - Reciclagem de Matéria Orgânica (Compostagem)

Dá-se o nome de compostagem ao processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado final um produto – o composto orgânico – que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

Há muito tempo a compostagem é praticada no meio rural, utilizando-se de restos vegetais e esterco animal. Pode-se também utilizar a *fração orgânica* do lixo domiciliar, mas de forma controlada, em instalações industriais chamadas *usinas de triagem e compostagem*. No contexto brasileiro, a compostagem tem grande importância, uma vez que cerca de 50% do lixo municipal é constituído por matéria orgânica.

Vantagens da compostagem:

- redução de cerca de 50% do lixo destinando ao aterro;
- economia de aterro;
- aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- reciclagem de nutrientes para o solo;
- processo ambientalmente seguro;
- eliminação de patógenos;
- economia de tratamento de efluentes.

O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de

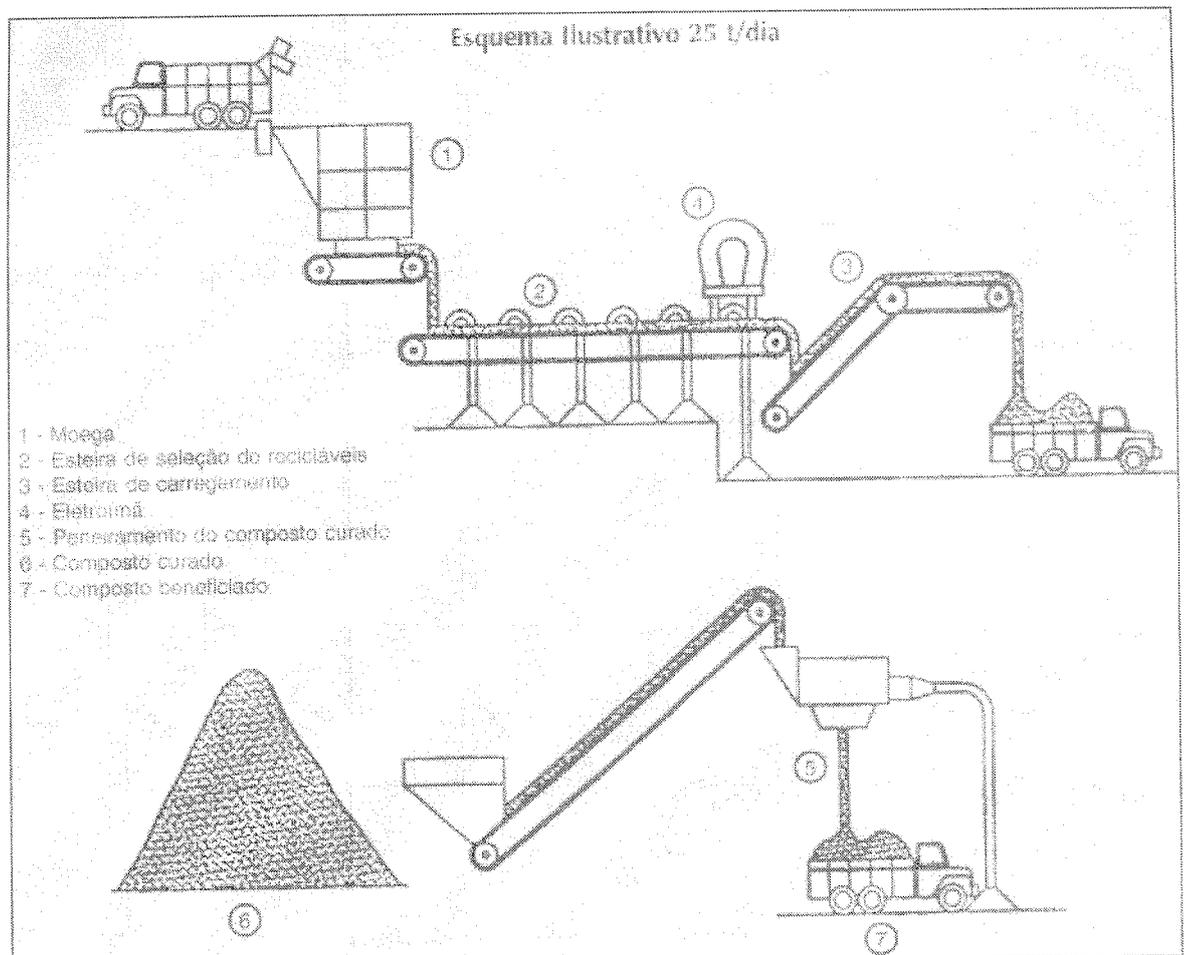
decomposição biológica é conseguida pr revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses;

- método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de lixo, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total de compostagem acelerada varia de dois a três meses.

3.2.1 Usina de Triagem e Compostagem

Municípios que produzem quantidade muito pequena de lixo devem associar-se a outros, vizinhos, para a melhor utilização de uma usina de triagem e compostagem de lixo.

As instalações de uma usina de triagem e compostagem natural podem se agrupadas em seis setores: recepção e expedição; triagem; pátio de compostagem; beneficiamento e armazenagem de composto; aterro de rejeitos; sistema de tratamento de efluentes. A denominação usina de triagem e compostagem é comum pela própria inerência dos dois processos e a Figura 3.2.1 apresenta um esquema geral das instalações, apresentando o fluxo do lixo.



Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).
 Figura 3.2.1 – Esquema geral de uma usina de triagem e compostagem

3.2.2 Tipos de lixo que podem ir para a usina de compostagem

O lixo municipal inclui resíduos domiciliares, comerciais, de varrição, podas de jardins, etc.

A usina de compostagem só deve processar o lixo domiciliar e comercial (restaurantes, lojas e centros comerciais). Eventualmente, pode processar podas de jardim, desde que

devidamente trituradas. Não deve processar os resíduos da varrição, muito menos os de serviços de saúde, sendo estes destinados ao aterro e à incineração, respectivamente.

O lixo domiciliar tem composição variável, conforme a estação do ano e as características diversas de cada localidade, em função dos aspectos socioeconômicos e culturais da população. Genericamente, tem cerca de 50% de seu peso constituído de matéria orgânica, contendo sobras de cozinha e restos de origem vegetal e animal, além de papel, papelão e outros materiais passíveis de se decomporem biologicamente.

O restante constitui-se de materiais que podem ser reaproveitados – os recicláveis – como vidros, plásticos, metais ferrosos e não-ferrosos (alumínio, cobre, zinco), trapos e couros e, também, outros que podem não ter valor comercial, como louças, madeiras, pedras, pneus, tijolos quebrados, etc. Esses constituem o chamado refugo ou rejeito dos resíduos e devem, conforme sua separação, ser destinados a um aterro sanitário ou de rejeitos.

O esquema da Figura 3.2.2 representa o fluxo dos componentes dos resíduos domiciliares no processamento de uma usina de triagem e compostagem.

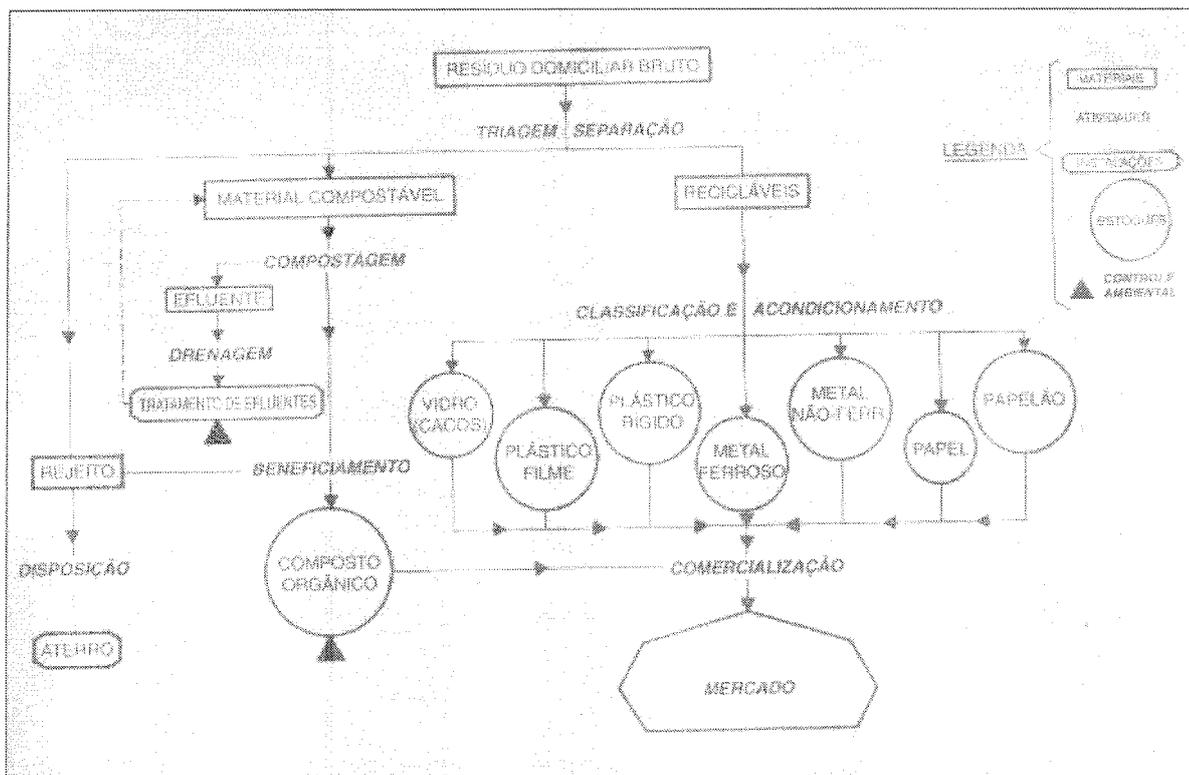


Figura 3.2.2- Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem
 Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

3.2.3 Projeto de uma usina de triagem e compostagem

O projeto de uma usina de triagem e compostagem deve ser executado considerando-se as características socioeconômicas e culturais da população atendida. Deve-se sempre avaliar as diferentes fases do processo e comparar as alternativas, visando:

- economia de aterro;
- redução dos custos de implantação;
- menor custo operacional;
- maior rendimento na separação dos recicláveis;
- maior rendimento na produção do composto;
- maior qualidade do composto;

- menor impacto ambiental.

3.2.4 Benefícios de uma usina de triagem e compostagem

Em termos médios, entre 30 e 40% do peso do material que entra nas usinas sai na forma de composto orgânico. Cerca de 20 a 30% representam perda de gases e umidade por evaporação e/ou infiltração e cerca de 5 a 15% é comercializado no mercado de recicláveis. A parcela de rejeitos a ser descartada situa-se entre 25 e 35% do total coletado, evidenciando substancial redução do espaço físico para disposição final. As variações observadas nestes percentuais, entre outros fatores, devem-se à variabilidade do material coletado, quanto ao cuidado na triagem, a intensidade da demanda por recicláveis e ao tempo de residência no pátio de cura. De modo geral, numa usina operando em condições satisfatórias, pode-se supor o seguinte balanço de massa: 35% de composto orgânico, 10% de recicláveis, 25% de perdas (água e CO₂) e 30% de rejeito para aterro.

O potencial de contaminação de solos e águas subterrâneas pelos materiais descartados pelas usinas é consideravelmente menor que aquele dos resíduos brutos, por rejeitos inertes da triagem e rejeitos inertes bioestabilizados do peneiramento ao final do processo de compostagem. Dessa forma, aterros desses materiais não requerem os mesmos rigores de operação que os receptores de resíduos brutos, pois fica quase eliminada a produção de chorume. Daí decorre, portanto, certa redução do custo por tonelada aterrada, tanto na implantação, quanto na operação, ou, no mínimo, uma solução ambientalmente segura.

3.2.5 Situação Brasileira

Encontram-se, no Brasil, usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos domiciliares utilizando, tanto o método natural, quanto o acelerado. Um levantamento feito em 1990 mostrou que existiam cerca de 37 municípios brasileiros com instalações que utilizavam o primeiro, sendo que dezessete delas estavam paradas ou desativadas, cinco em obras e quinze em operação. Nessa mesma ocasião, vinte usinas de compostagem utilizavam o método acelerado e, deste total, sete estavam paradas ou desativadas, dez em obras e três operando.

Existem instalações pelo método acelerado em Boa Vista (RO), Belém (PA), Belo Horizonte (MG), Uberaba (MG), Rio de Janeiro (RJ), São José dos Campos (SP), Santo André (SP) e São Paulo (SP).

Muitas usinas tiveram sua operação interrompida ou foram desativadas. Outras sequer entraram em operação, pelos seguintes motivos:

- promoção mal planejada da instalação de usinas, o que acarretou a disputa dos recursos pelos construtores, cujas convicções técnicas e mercadológicas nem sempre foram ao encontro das necessidades dos municípios;
- ausência de capacitação institucional e/ou gerencial e/ou operacional para condução das atividades;
- entendimento equivocado das usinas como capazes de “fazer desaparecer o lixo”, com a conseqüente ausências de previsão de espaço – e de capacitação operacional – para instalação dos necessários aterros sanitários receptores de rejeitos;

- exploração do argumento sobre geração de empregos (por exemplo para absorver catadores do lixão), como motivação social da opção pelas usinas;
- ausência de integração orçamentária, institucional e operacional das usinas com o serviço de limpeza pública local;
- localização inadequada das usinas, acarretando problemas ambientais e a conseqüente rejeição ao seu funcionamento pela população afetada;
- questões ligadas à disputas político-partidárias locais ou a preconceitos, chegando a acontecer a paralisação das atividades de uma usina recém-inaugurada devido, simplesmente, à mudança de governo;
- antevisão equivocada dos gestores municipais da possibilidade de “lucro” operacional das usinas;
- incapacidade de obter produtos com as características de qualidade necessárias para uso agrícola, em virtude da má operação da usina;
- má concepção de projetos, instalações incompletas ou mal-dimensionadas, equipamentos inadequados, alto custo de manutenção, falta de recursos e dificuldades para colocar os produtos no mercado.

3.2.6 Outras alternativas

3.2.6.1 Compostagem Conjunta de Lixo e Lodo Esgoto

Essa técnica é utilizada em alguns países, visando resolver o problema de dois resíduos simultaneamente. A mistura deve ser feita de modo a garantir níveis de umidade, relação C/N e aeração adequados, mas o projeto e a operação ficam muito mais complexos.

No entanto, além dos obstáculos técnicos, existe ainda a dificuldade de conciliar esse tratamento simultâneo, uma vez que, geralmente, o tratamento de esgoto urbano, existente apenas em grandes comunidades, é operado pelo Governo Estadual, enquanto o lixo é de responsabilidade da esfera municipal.

3.2.6.2 Compostagem ou Digestão Anaeróbia

Compostagem ou digestão anaeróbia é um processo onde a matéria orgânica é degradada pela ação conjunta de microrganismos anaeróbios até a completa mineralização, ou seja, com formação de uma mistura onde predominam gás carbônico e metano (geralmente, chamada biogás), gerando um resíduo sólido passível de uso para fins agrícolas. Vários processos industriais, com efluentes orgânicos, têm-se utilizado deste processo, com sucesso, para saneamento ambiental.

3.3 Reciclagem de Matéria Inorgânica (Papel, Plástico, Vidro, Metal, Entulho e outros materiais)

Reciclagem de papel significa fazer papel empregando como matéria-prima papéis, cartões, cartolinas e papelões, provenientes de:

- rebarbas geradas durante os processos de fabricação destes materiais, ou de sua conversão em artefatos, ou ainda geradas em gráficas;
- artefatos destes materiais pré ou pós-consumo.

Aparas de papel é a denominação genérica para estas matérias-primas. Para alguns papéis, a reciclagem é economicamente inviável e, portanto, diz-se que não são recicláveis.

Entre eles tem-se:

- papel vegetal ou glassine;
- papel impregnado com substâncias impermeáveis à umidade (resina sintética, betume, etc.);
- papel-carbono;
- papel sanitário usado, tais como papel higiênico, papel-toalha, guardanapo e lenços de papel;
- papel sujo, engordurado ou contaminado com produtos químicos, nocivos à saúde;
- certos tipos de papéis revestidos (com parafina e silicone).

Para outros tipos de papel, a reciclagem só é viável se estes forem tratados separadamente, como é o caso das embalagens cartonadas tipo longa vida, pois, assim procedendo, o processo adequado para a recuperação das fibras celulósicas pode ser aplicado. Normalmente, estes tipos de papel, se tratados em conjunto com outros, acabam trazendo problemas no processo de reciclagem e, conseqüentemente, na qualidade do produto obtido.

A reciclagem de plástico pode ser classificada em três tipos:

- Reciclagem primária ou pré-consumo: é a conversão de resíduos plásticos por tecnologias convencionais de processamento em produtos com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens.
- Reciclagem secundária ou pós-consumo: é a conversão de resíduos plásticos de lixo por um processo ou por uma combinação de operações.
- Reciclagem terciária: é a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis por processos termoquímicos (pirólise, conversão catalítica).

Embora não seja considerado um processo de reciclagem, a incineração é realizada em muitos países para a conversão de resíduos plásticos em energia. Neste processo, os plásticos são queimados, pura e simplesmente, com a finalidade de gerar energia térmica.

A reciclagem dos materiais plásticos encontrados no lixo urbano traz vários benefícios ambientais; sociais e econômicos para a sociedade, dentre os quais, destacam-se:

- redução do volume de lixo coletado que é removido para os aterros sanitários, propiciando aumento da vida útil e redução dos custos de transporte;
- economia de energia e petróleo, pois a maioria dos plásticos são derivados de petróleo, e um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia;
- geração de empregos (catadores, sucateiros, operários, etc.);
- menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado (em média, os artefatos produzidos com plástico reciclado são 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados com matéria-prima virgem);
- melhorias sensíveis no processo de decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários, uma vez que plástico impermeabiliza as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos.

O vidro é um material não-poroso que resiste à temperaturas de até 150°C (vidro comum) sem perda de suas propriedades físicas e químicas. Esse fato faz com que os produtos possam ser reutilizados várias vezes para a mesma finalidade.

A possibilidade de poder lavar e esterilizar embalagens de vidro, com alto grau de segurança, tornou a utilização de embalagens retornáveis de vidro bastante difundida.

As embalagens retornáveis de vidro são usadas basicamente para armazenar líquidos, como cervejas, refrigerantes e água, e têm suas características físicas e mecânicas normalizadas.

A reutilização indiscriminada de garrafas, potes e outros vasilhames de vidro que não tenham sido adequadamente tratados com lavagem e esterilização, constitui um risco potencial à saúde da população.

O vidro é 100% reciclável, não ocorrendo perda de material durante o processo de fusão. Para cada tonelada de caco de vidro limpo, obtém-se uma tonelada de vidro novo. Além disso, cerca de 1,2 tonelada de matéria-prima deixa de ser consumida.

A inclusão de caco de vidro no processo convencional de produção do vidro reduz sensivelmente os custos de produção. Em termos de óleo combustível e eletricidade, para cada 10% de vidro reciclado introduzido na mistura, são economizados 2,5% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais, devido à diminuição da temperatura de fusão pela introdução dos cacos.

Deste modo, há diminuição do uso de matérias-primas e da emissão de gases, como o gás carbônico, para a atmosfera (ATBIAV... 1991 e ROUSE, 1991).

A grande vantagem da reciclagem de metais é evitar as despesas da fase de redução do minério a metal. Essa fase envolve um alto consumo de energia, e requer transporte de grandes volumes de minério e instalações caras, destinadas à produção em grande escala.

Embora seja maior o interesse na reciclagem de metais não-ferrosos, devido ao maior valor de sua sucata, é muito grande a procura pela sucata de ferro e de aço, inclusive pelas usinas siderúrgicas e fundições.

A sucata é matéria-prima das empresas produtoras de aço que não contam com o processo de redução, e que são responsáveis por cerca de 20% da produção nacional de aço. A sucata representa cerca de 40% do total do aço consumido no País, valor próximo aos valores de outros países, como os Estados Unidos, onde atinge 50% do total da produção (GIOSA, 1994). Ressalta-se que o Brasil exporta cerca de 40% da sua produção de aço.

É importante, ainda, observar, que a sucata pode, sem maiores problemas, ser reciclada mesmo quando enferrujada. Sua reciclagem é também facilitada pela sua simples identificação e separação, principalmente no caso da sucata ferrosa, em que se empregam eletroímãs, devido às suas propriedades magnéticas (Figura 3.3). Através deste processo é possível retirar até 90% do metal ferroso existente no lixo (IBS, 1994).

A reciclagem de metais, principalmente a de ferrosos, apresenta também um papel socioeconômico, uma vez que dela dependem inúmeras fundições de pequeno porte, instaladas nas áreas industriais das cidades.

No caso do lixo, um obstáculo para a reciclagem de metais reside no fato de estes estarem misturados a outros materiais.

Mesmo quando a sucata está separada dos demais tipos de lixo, muitas vezes ocorre a necessidade de operações complementares, como a eliminação do óleo de usinagem, no caso de cavacos de fabricação de peças.

Uma outra desvantagem é que alguns metais de revestimento, utilizados para a proteção do metal, precisam ser removidos ou diluídos antes do reprocessamento.

Após sua coleta, devido à grande diversidade de tipos de sucata de metal presentes no lixo domiciliar, o trabalho de triagem deve ser o mais eficiente possível para que ocorra um bom aproveitamento desta sucata.

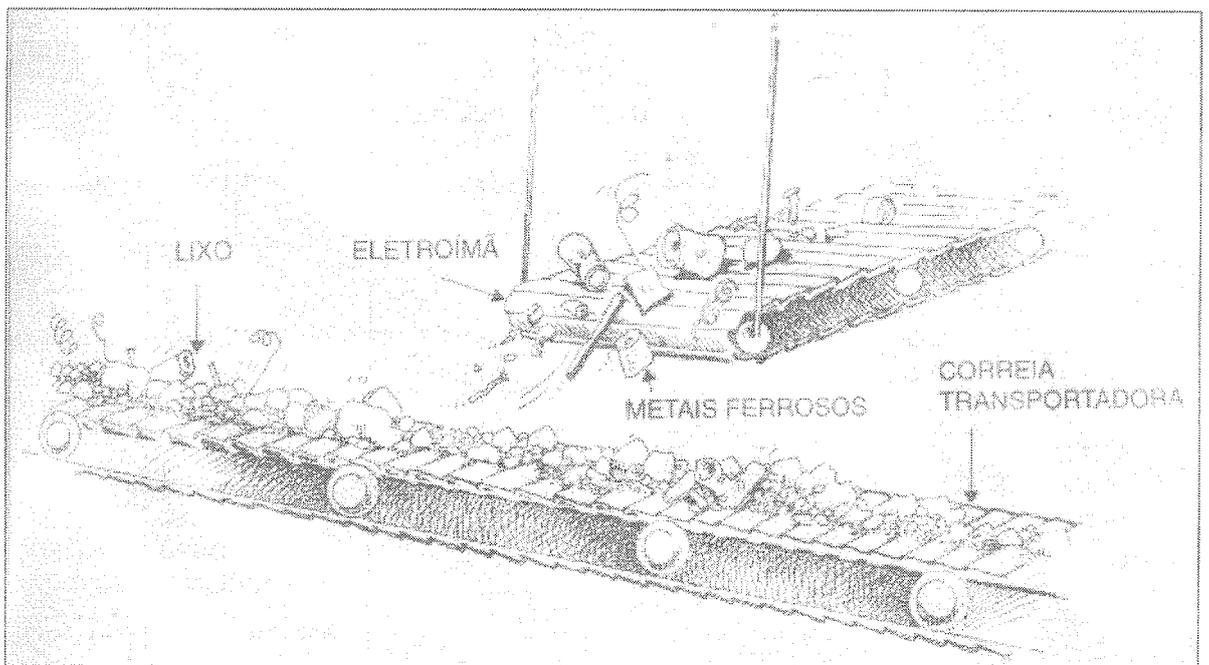
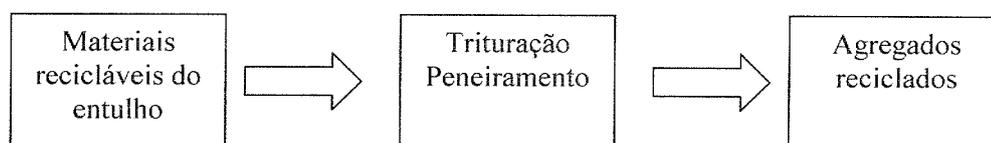


Figura 3.3- Eletroímã para separação do metal no lixo
Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

Entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

O processo de reciclagem do entulho, para a obtenção de agregados, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis do entulho e a trituração em equipamentos apropriados.

A seqüência deste processo é a seguinte:



No lixo municipal existem certos materiais que, embora presentes em quantidades bem menores, em relação ao conjunto formado por matérias orgânicas putrescíveis, papel, vidro, plástico e artefato de metal, merecem atenção especial, devido aos problemas de saúde e de impacto ambiental que podem causar.

Dentre esses materiais estão os pneus, as pilhas, as lâmpadas fluorescente e os resíduos contidos em embalagens de materiais de limpeza, inseticidas, herbicidas, cosméticos, tintas e remédios, que são liberados quando as embalagens são destruídas.

3.4 Tratamento térmico

Os resíduos sólidos municipais (RSM) e de serviços de saúde (RSS) podem ser tratados termicamente antes de sua disposição final em aterros. O tratamento térmico de resíduos, do ponto de vista de um sistema de gerenciamento integrado de resíduos, deve estar associado à implantação prévia de políticas de redução de geração e reciclagem de resíduos.

Os tratamentos térmicos podem ser classificados como sendo de alta ou de baixa temperatura. Os tratamentos a alta temperatura normalmente ocorrem a temperatura acima de 500°C e objetivam, principalmente, a destruição ou remoção da fração orgânica presente no resíduo, com redução significativa da sua massa (70%) e volume (90%), bem como a sua assepsia. A energia contida nos resíduos, nestes processos, pode ser parcialmente aproveitada, podendo gerar energia elétrica, água quente e vapor, ou combustíveis alternativos, auxiliando na redução do custo operacional do tratamento térmico. Os tratamentos a baixa temperatura ocorrem a temperaturas em torno de 100°C e visam, principalmente, a assepsia do resíduo sólido, razão pela qual são empregados somente para o tratamento de RSS. Nestes processos, a massa dos resíduos e o conteúdo de matéria orgânica praticamente não se alteram, mas pode-se obter uma redução significativa no seu volume.

3.5 Resíduos de Serviços de Saúde

Resíduos de serviços de saúde são todos os resíduos gerados nos diferentes estabelecimentos que prestam serviços de saúde, como hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, unidades básicas de saúde, etc.

Há muita polêmica em torno dos reais riscos imputados pelos resíduos dos serviços de saúde, principalmente os hospitalares. Enquanto a imprensa tem demonstrado inusitada preocupação com a sua destinação final e feito afirmações nem sempre fundamentadas em fatos, alguns autores afirmam que, usualmente, o lixo hospitalar é menos contaminado que o doméstico e que as espécies bacterianas presentes em ambos são semelhantes (ZANON, 1990).

A questão da disposição final dos resíduos sólidos dos serviços de saúde merece destaque prioritário no que se refere ao saneamento básico. Hospitais e serviços de saúde em geral geram uma enorme quantidade de resíduos que requerem disposição adequada. Uma parcela deste resíduo oferece riscos ao ser humano, devendo, portanto, ser armazenada e disposta de maneira apropriada para proteger tanto as pessoas que a manuseia quanto o meio ambiente.

O que geralmente acontece é uma despreocupação na disposição de resíduos dessa natureza, motivada pela falta de informação da população e, principalmente, dos profissionais que atuam na área de saúde pública, aumentando, dessa maneira, os impactos ambientais, o risco à saúde dos trabalhadores envolvidos nesse tipo de serviço e à população que venha a ter contato com esse tipo de resíduo.

Os catadores constituem um outro grave problema sanitário, pois além de apresentarem um risco direto à sua própria saúde, os alimentos e os materiais encontrados por eles podem ser comercializados como matéria-prima para diversas atividades.

De acordo com VITAL FILHO & BARROS (1989), os resíduos de serviços de saúde transformam-se em lixo comum após passarem por um processo de tratamento adequado, devendo ser identificados e considerados como tal, não necessitando a sua embalagem em sacos plásticos brancos (lixo hospitalar infectado). No entanto, cuidado especial deve ser dado aos resíduos perfurantes com a finalidade de evitar acidentes.

Os resíduos provenientes dos serviços de saúde devem sempre ser submetidos a um tratamento prévio correto antes de sua disposição final, para diminuição dos seus riscos potenciais à saúde humana e ao meio ambiente.

Todo equipamento médico deverá ser descartado de acordo com as legislações estaduais e federais em vigor.

A disposição de materiais radioativos é extremamente controlada e limitada, devendo obedecer às legislações estaduais e federais em vigor e fiscalização pela Comissão Nacional de Engenharia Nuclear (CNEN).

Todo despejo biológico radioativo deverá ser manuseado primeiramente como material radioativo. Após a realização de testes para verificação de seu potencial de radioatividade, caso não seja enquadrado como material radioativo, poderá ser manuseado como resíduo biológico.

Recomenda-se que os resíduos classificados de genéricos e biomédicos sejam dispostos em aterros sanitários controlados, após tratamento prévio, com adicional cuidado em relação aos resíduos de quimioterapia, patológicos e pontiagudos, culturas e estoques de

agentes infectantes, que são dispostos de maneira diferenciada. Todo resíduo biomédico deve ser agregado dos demais tipos de resíduos no seu ponto de origem.

Resíduos pontiagudos devem ser dispostos somente em recipientes apropriados e corretamente identificados (ABNT, 1997).

Resíduos de quimioterapia, patológicos, culturas e estoques de agentes infectantes também devem ser dispostos em recipientes apropriados, corretamente identificados, seguindo-se as mesmas recomendações feitas anteriormente para resíduos pontiagudos.

CAPÍTULO IV – DISPOSIÇÃO FINAL DO LIXO

4.1 Lixão

É uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto ou vazadouro (Figura 4.1).

Os resíduos lançados assim acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrânea e superficial, pela infiltração do chorume (líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo (ABNT, 1984).

Acrescenta-se a esta situação o total descontrole dos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados de serviços de saúde e de indústrias. Comumente, ainda, associam-se aos lixões a criação de animais e a presença de pessoas (catadores), os quais, algumas vezes, residem no próprio local.

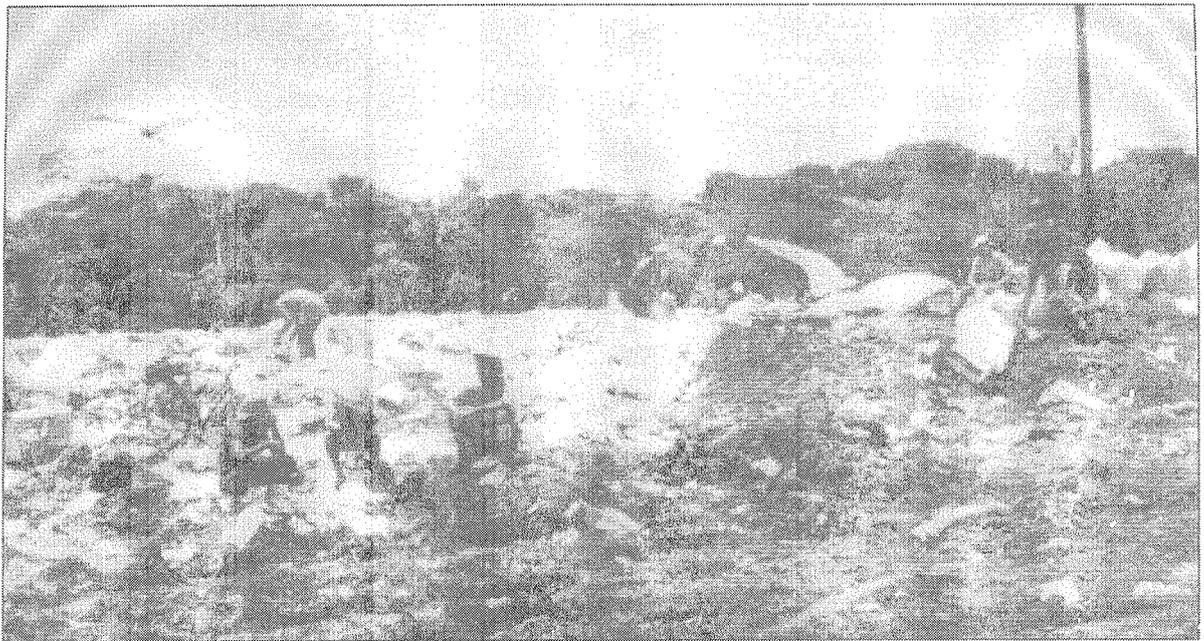


Figura 4.1- Lixão

Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

4.2 Aterro Controlado

É uma técnica de disposição de resíduos sólidos municipais no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Esta forma de disposição produz poluição, porém localizada, pois, simultaneamente ao aterro sanitário, a área de disposição é minimizada. Geralmente, não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem de sistemas de tratamento do percolato (termo empregado para caracterizar a mistura entre o chorume, produzido pela decomposição do lixo, e a água de chuva que percola o aterro), ou do biogás gerado.

Esse método é preferível ao lixão, mas devido aos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, é de qualidade bastante inferior ao aterro sanitário.

4.3 Aterro Sanitário

Aterro sanitário, conforme ilustrado na Figura 4.3, é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. Outra definição o apresenta como forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, mediante confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais.

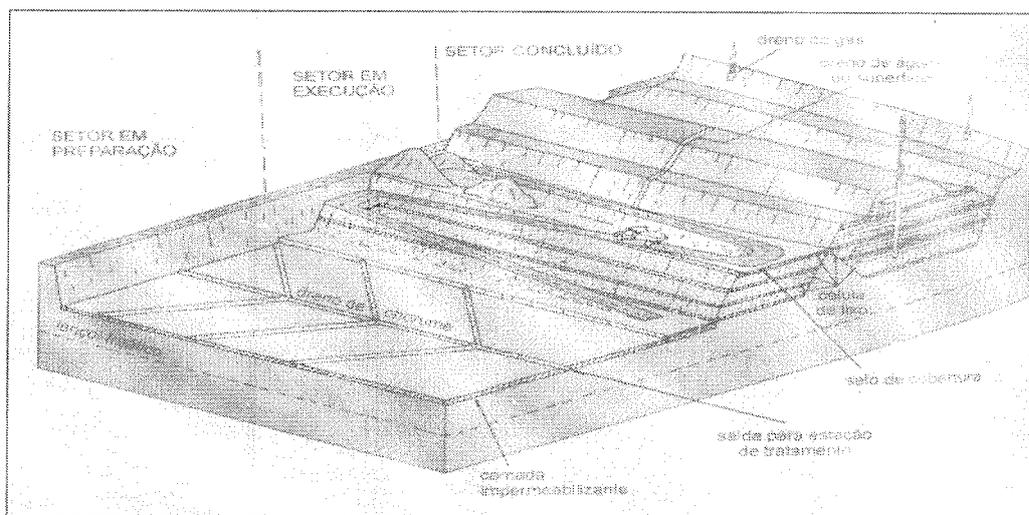


Figura 4.3 – Aterro Sanitário
Fonte: Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado (2000).

CAPÍTULO V – COLETA DE LIXO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA-MG

O município de Juiz de Fora localiza-se na mesorregião da Zona da Mata Mineira, tendo a distância de 184 Km da cidade do Rio de Janeiro e à 272 Km da capital do estado de Belo Horizonte, ocupando uma área de 1.424 Km², sendo que 446.551 Km² de área urbana e 983.324 Km² de área rural. De acordo com o Censo realizado em 2000, a cidade possui uma população de 456.796 Km² habitantes, com 95.6% de alfabetizados.

O Demlurb (Departamento de Limpeza Urbana) realiza o sistema de coleta urbana na cidade. A lei nº 5.517, de 28 de novembro de 1978, criou esse departamento que é considerado uma autarquia.

O lixo é recolhido e tem como destino o Aterro de Juiz de Fora, situado às margens da BR-040 à 11,2 Km do centro da cidade. O lixo domiciliar e hospitalar é depositado neste aterro, entretanto, o considerado reciclado é encaminhado para a Usina de reciclagem e Compostagem instalada em uma área pertencente ao Demlurb. Esta área está localizada nos bairros de Benfica e Santa Cruz, próxima à BR-040.

A Usina separa atualmente 12 T/dia de material reciclado. A área é também usada para a guarda de animais apreendidos nas vias públicas, existindo no local pastagens e instalações para pequenos animais.

Os materiais para reciclagem são embalados em fardos e vendidos através de um leilão, aberto a todos os interessados. Os principais componentes da usina são:

- Silo para o recebimento e armazenamento do lixo, com capacidade de 160 toneladas de lixo;
- Ponte rolante;
- Esteira de alimentação e dosagem;
- Peneira de pré-separação;
- Esteira de peneirado;
- Esteira de separação;
- Moinho de trituração;
- Esteira de triturado;
- Estação de limpeza (refino) do composto;
- Balança rodoviária;
- Prensa enfardadeira;
- Pátio de compostagem, onde o resíduo é espalhado em forma de leiras;
- Área para estocagem do composto pronto;
- Vestiários, sanitários e refeitórios.

Os rejeitos da usina são enviados para o Aterro Sanitário.

A produção diária de lixo em Juiz de Fora é de 413,46 ton, sendo a coleta realizada por 70 rotas. Existem algumas rotas exclusivas: uma para domiciliar; três para o lixo considerado especial (industrial e comercial) e duas para resíduos hospitalares. Há ainda os veículos exclusivos para a coleta seletiva. O centro da cidade é atendido por 4 rotas sendo realizadas no período noturno.

A coleta é feita de Segunda-feira à Sábado. Cada trabalhador trabalha seis horas acrescentado de mais horas extras. O serviço feito pelos coletores apresenta um baixo índice de acidentes de trabalho, sendo que as principais causas de acidentes são devido a material corto-perfurante, vidro, lata, torções, contusões, atropelamento, queimadura e queda.

De acordo com a pesagem realizada em abril de 2005, o lixo coletado apresenta a seguinte quantidade:

Quadro 4.1: Tipos e quantidades de lixo coletado

TIPO DE LIXO	QUANTIDADE COLETADA (TON/DIA)
DOMICILIAR	277,63
COMERCIAL	13,57
INDUSTRIAL	21,47
HOSPITALAR	5,67
VARRIÇÃO	13,03
CAPINA	70,82
SELETIVA	11,27
TOTAL	413,46

Fonte: (www.demlurb.pjf.mg.gov.br)

O Demlurb também realiza uma série de ações que evidenciam a preservação ecológica. Juiz de Fora tem um dos 10 melhores serviços do Brasil na área de reciclagem do lixo, ação essencial para a aplicação da política ambiental.

Iniciativas inovadoras como os programas “Troca de lixo por leite” e “Rota Verde nas escolas” incentivam a população a reciclar o lixo e realizam a educação ambiental.

O projeto Rota Verde nas escolas tem como objetivo geral difundir entre a comunidade escolar os princípios do capítulo 21 da Agenda 21 :”Buscando soluções para o problema do lixo sólido” que é integralmente dedicado ao problema da geração de resíduos.

A educação e a comunicação são de vital importância a fim de que cada indivíduo se conscientize de sua responsabilidade para com o futuro do mundo. O melhor meio dos estudantes reconhecerem que suas ações têm conseqüências é a escola ou a comunidade organizarem projetos dos quais eles participem. Convencidas de que podem melhorar, as pessoas tendem a mudar de atitude e comportamento. As novas atitudes com o meio ambiente se refletirão nas decisões tomadas em casa e na vida toda.

CONCLUSÃO

À guisa de conclusão, esperamos que este trabalho tenha suprido as expectativas, quanto à revisão bibliográfica sobre gestão de resíduos sólidos. Já as questões dos resíduos sólidos em Juiz de Fora, que por sua vez é muito complexa, demanda um estudo muito detalhado de cada viés. Porém, pode-se apresentar aqui de forma genérica o funcionamento de um serviço de limpeza urbana municipal.

Durante esta dissertação, muitos livros acadêmicos e artigos foram pesquisados e estes últimos, analisados através de exposições de conceitos e reflexões com a finalidade de alertar para um tratamento adequado do lixo.

Dentre os maiores objetivos estava um estudo das alternativas de tratamento dos resíduos disponíveis e uma melhor gestão das áreas de disposição de resíduos.

Concluindo, foi muito importante verificar como pode ser prejudicial para o nosso meio ambiente, através da contaminação do solo e de nossa reserva de águas superficiais e subterrâneas e à saúde pública, expondo as pessoas a várias doenças, como diarreia, amebíase, parasitose, dentre outras o não tratamento do lixo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, **Almanaque**. São Paulo: Abril, 2004

EIGENHEER, E. M.. **Coleta Seletiva de Lixo** - Rio de Janeiro: CIRS – Centro de Informação Sobre Resíduos Sólidos, 2003.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A Sociedade do Lixo** – Os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. Piracicaba. Unimep, 1994.

_____. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Lixo** – Tratamento e Biorremediação. São Paulo: Hemus, 1995.

_____. **Consumo Sustentável** – Manual de educação. Brasília: MMA, 2002.

_____. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Brasília: MMA, 2002.

SCARLATO, Francisco Capuano & PONTIN, Joel Arnaldo. **Do nicho ao lixo** – Ambiente, sociedade e educação. São Paulo: Atual, 1993.

SILVA, Mônica Maria Pereira da. **Estratégias em educação ambiental**. Campina Grande: UFPB/UEPB, 2000.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Canibais da natureza – Educação ambiental, limites e qualidade de vida**. Petrópolis: Vozes, 2000.

WALDMAN, Maurício. Boletim Paulista de Geografia – Artigo: **Mais água, menos lixo: Reciclar ou repensar?** São Paulo: Xamã, 2003.

Periódicos:

PASCHOAL, Egberto. Revista JB Ecológico – **Infância roubada** p.17, Jornal do Brasil, agosto 2004.

LISBOA, Luciane. Jornal Tribuna de Minas p.5. Juiz de Fora, 26/01/2005.

Sites:

www.lixo.com.br – acesso em 31/05/2006

www.demlurb.pjf.mg.gov.br – acesso em 30/05/2006.

www.pjf.mg.gov.br – acesso em 10/06/2006 e 12/06/2006.

www.cempre.org.br – acesso em 30/05/2006.