

**Universidade Estadual de  
Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Cidade de  
Mandaguari-Pr: Diagnóstico e Sugestões**

*Guilherme Bindewald*

**TCC-EP-27-2007**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

**Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Cidade de  
Mandaguari-Pr: Diagnóstico e Sugestões**

*Guilherme Bindewald*

**TCC-EP-27-2007**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá-UEM  
Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup>: D<sup>a</sup>. Eneida Sala Cossich

**Maringá - Paraná  
2007**

**Guilherme Bindewald**

**Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Cidade de Mandaguari-Pr:  
Diagnóstico e Sugestões**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador: Professora D<sup>a</sup>. Eneida Sala Cossich  
Departamento de Engenharia Química, CTC

---

Professora: D<sup>a</sup>. Márcia Marcondes Altimari Samed  
Departamento de Informática, CTC

Maringá, 01 de outubro de 2007

## RESUMO

O aumento da população nas cidades e a mudança nos hábitos de consumo, como o aumento do consumo de produtos industrializados, resultaram num aumento significativo no volume dos resíduos gerados. Apesar dos municípios de pequeno porte não gerarem uma quantidade de resíduos significativa, se comparados com as cidades grandes, o grande número de municípios contribui com os problemas ambientais e sociais. Contudo, estes podem contar com algumas facilidades no que diz respeito a uma gestão integrada dos diferentes tipos de resíduos, como a comunicação mais eficiente com a população e a fiscalização mais efetiva das medidas propostas. Além disto, como a quantidade de resíduos gerados é menor, os processos de segregação, coleta e disposição podem ser mais simplificados. Este trabalho teve por objetivo fazer um diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos gerados no município de Mandaguari-Pr. Para tanto, foram obtidas informações por meio da literatura do município, de entrevistas com os responsáveis pela coleta, de visitas *in loco* nas principais escolas e restaurantes, no barracão da associação dos catadores e no local onde os resíduos gerados na cidade são depositados. Os dados obtidos mostraram a necessidade de uma manipulação mais adequada para a disposição final destes resíduos e para o aumento da quantidade coletada de materiais recicláveis pelos catadores. Com base na literatura pertinente ao assunto, foram elaboradas sugestões que contribuam para a melhoria do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos gerados no município.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Minimização de resíduos.

# SUMÁRIO

RESUMO .....	iv
SUMÁRIO .....	v
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	viii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
1.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU).....	3
2.1.1 Definições e características.....	3
1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	4
2.2.1 Resíduos sólidos domésticos (RSD).....	4
2.2.2 Resíduos de construção e demolição (RCD).....	5
2.2.3 Resíduos sólidos volumosos (RSV).....	5
2.2.4 Resíduos sólidos públicos (RSP).....	6
2.2.5 Resíduos sólidos comerciais e institucionais (RCI).....	6
1.3 FATORES INFLUENTES NA PRODUÇÃO E TIPO DO LIXO.....	7
1.4 PERICULOSIDADE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	9
2.4.1 Poluição das águas.....	10
2.4.2 Poluição do ar.....	10
2.4.3 Poluição do solo.....	10
2.4.4 Acidentes.....	11
1.5 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	11
2.5.1 Conceitos.....	11
2.5.2 Acondicionamento.....	12
2.5.3 Coleta.....	13
2.5.4 Coleta seletiva.....	13
2.5.5 Reciclagem.....	14
2.5.6 Disposição Final.....	15
1.6 USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17
2.6.1 Processo de compostagem.....	19
1.6.1.1 Características e fatores intervenientes .....	20
2.6.2 Exemplo de Unidade de Triagem e Compostagem.....	23
1.7 EXEMPLOS DE TRABALHOS REALIZADOS EM DUAS CIDADES BRASILEIRAS.....	23
2.7.1 O caso do município de São José do Vale do Rio Preto.....	23
2.7.2 O caso do município de Coronel Xavier Chaves.....	24
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MANDAGUARI.....	28
4.1.1 Dados gerais .....	28
4.1.2 Localização.....	28
4.1.3 Histórico.....	29
4.1.4 Aspectos físico-ambientais.....	30
4.1.5 Aspectos demográficos.....	31
3.2 COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	32
4.2.1 Coleta de lixo doméstico .....	32
3.2.1.1 Dimensionamento da frota de caminhões coletores .....	35
4.2.2 Coleta de lixo em feiras livres.....	38
4.2.3 Coleta de resíduos sólidos industriais.....	38
4.2.4 Coleta dos resíduos de varrição e de podas de árvores .....	38
4.2.5 Coleta de resíduos de construção e demolição.....	39
3.3 PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DE MANDAGUARI.....	41
3.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	46
3.5 COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS POR CATADORES NO ATERRO.....	49

4	CONCLUSÃO .....	vi
		50
	REFERÊNCIAS .....	52

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: PILHAS DE COMPOSTAGEM .....	21
FIGURA 2: LIMITES DO MUNICÍPIO DE MANDAGUARI E SUA LOCALIZAÇÃO NO MAPA DO ESTADO DO PARANÁ .....	28
FIGURA 3: VARIAÇÃO DA POPULAÇÃO ENTRE 1991 E 1996.....	32
FIGURA 4: CAMINHÕES QUE REALIZAM A COLETA DOS RSD .....	33
FIGURA 5: ACÚMULO DE LIXO PRÓXIMO A LINHA FÉRREA .....	35
FIGURA 6: RESÍDUOS DE PODAS DE ÁRVORE SENDO COLETADOS .....	39
FIGURA 7: RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	40
FIGURA 8: CATADOR COM SEU CARRINHO .....	42
FIGURA 9: BARRACÃO DA ACAMAN .....	42
FIGURA 10: GARRAFAS PET SEPARADAS NO BARRACÃO.....	43
FIGURA 11: PRÉDIO ADMINISTRATIVO DO ATERRO ATUALMENTE .....	47
FIGURA 12: RESÍDUOS DEPOSITADOS NO ATERRO .....	47
FIGURA 13: CAMINHÃO DESCARREGANDO NO ATERRO .....	48
FIGURA 14: CATADORES TRABALHANDO NO ATERRO .....	49

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COMPOSIÇÃO MÉDIA DO LIXO NO BRASIL.....	8
TABELA 2: FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	16
TABELA 3: DISTÂNCIAS DO MUNICÍPIO À OUTRAS LOCALIDADES.....	29
TABELA 4: POPULAÇÃO URBANA E POPULAÇÃO RURAL DO MUNICÍPIO .....	31
TABELA 5: CAMINHÕES UTILIZADOS NA COLETA DOS RESÍDUOS .....	33
TABELA 6: CRONOGRAMA E ROTEIRO DE COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM MANDAGUARI .....	34
TABELA 7: CARGAS LÍQUIDAS DE CAÇAMBAS COLETORAS COMPACTADAS .....	36



# 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos produzidos no início da atividade humana eram basicamente excrementos. Posteriormente, com o início da atividade agrícola e da produção de ferramentas de trabalho e de armas, surgiram os restos da produção e os próprios objetos após sua utilização. Como os materiais utilizados eram em grande parte de origem natural, a sua disposição inadvertida não causava grandes impactos ao meio ambiente. Além disso, o crescimento demográfico e a densidade populacional não tinham a importância atual (ANDRADE e POVINELLI, 1999).

Atualmente, um grande número de localidades em todo mundo vem sofrendo transformações ambientais danosas decorrentes do crescimento populacional. Outros fatores, como o desenvolvimento de produtos industrializados, produtos descartáveis, maior número de embalagens e um grande incentivo da mídia pelo consumo de produtos industrializados, incrementaram a geração desses resíduos.

A geração de resíduos sólidos e seu posterior abandono no ambiente podem originar sérios problemas ambientais, favorecendo a incorporação de agentes contaminantes na cadeia trófica, interagindo em processos físico-químicos naturais, dando lugar à sua dispersão e, portanto, ao aumento do problema. Por outro lado, deve-se levar em conta que um aumento na geração de resíduos implica um consumo paralelo de matérias-primas, às quais se encontram na natureza em quantidades limitadas (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Inúmeros são os malefícios ocasionados pela falta de controle no tratamento e disposição dos resíduos gerados pela população de uma determinada comunidade, tanto na área de saúde como no setor sócio-econômico de tal população. Um plano de gerenciamento de resíduos aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como proteção à saúde pública (Resolução do Conama nº. 5/1993). Logo, um plano de gerenciamento de resíduos possui uma importância relevante na conservação do ambiente.

Assim, este trabalho tem por objetivos avaliar os aspectos referentes aos resíduos urbanos gerados pela população da cidade de Mandaguari, em termos qualitativos e quantitativos, como a forma de coleta, tratamento e disposição atualmente implantados pela prefeitura do município. A partir deste diagnóstico, serão apresentadas sugestões que contribuam para a

melhoria do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Mandaguari, de forma a contribuir para a minimização dos impactos ambientais causados pelos mesmos.

# **1 REVISÃO DA LITERATURA**

## **1.1 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**

### **2.1.1 Definições e características**

Resíduos sólidos, segundo Barros Júnior (2000), “é qualquer substância indesejável que não tenha consistência suficiente para fluir por si mesma, não sendo utilizável em sua forma original ou para o processo em que foi gerada”. O mesmo autor define “resíduos sólidos urbanos como sendo todos os resíduos resultantes das atividades humanas, que normalmente se apresentam em estado sólido, semi-sólido ou semilíquido considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis”.

Para Pinto (1979), o lixo é definido como “todo resíduo sólido resultante da atividade das aglomerações humanas, que podem ser objetos que não mais possuem valor ou utilidade, porções de materiais sem significação econômica, sobras de processamentos industriais ou domésticos a serem descartadas”.

Quando se fala em resíduos sólidos, “entende-se por ser todo e qualquer material, detrito sólido (ou pastoso), proveniente das atividades humanas, os quais, por já não serem mais úteis, são jogados fora. A sua produção ocorre tanto em aglomerações urbanas quanto em zonas rurais” (SUDERHSA, 1999).

A norma brasileira NBR- 10004 da ABNT (1993) define resíduos sólidos como “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível”.

Das definições apresentadas observa-se que o lixo pode ter composição variada, dependendo basicamente da natureza de sua fonte produtora. Além de sua origem, a composição e quantidade dos resíduos sólidos também variam com as estações do ano, com as condições climáticas, com os hábitos e o padrão de vida da população. O seu estudo e caracterização são condições fundamentais para a determinação das melhores soluções quanto à sua coleta, transporte, reaproveitamento ou disposição final.

A composição dos resíduos é bastante diversificada, sendo definida com base nas características de cada município ou comunidade onde são produzidos. A localização da cidade, bem como as suas atividades agrícolas, industriais e comerciais, além das condições sócio-econômicas da população, são alguns dos fatores que determinam as características dos resíduos de um município.

## 1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados, em função de sua composição química, em dois grandes grupos (SUDERHSA, 1999):

- a) **resíduo orgânico:** proveniente de quaisquer seres vivos, sejam animais ou vegetais. Os resíduos orgânicos são facilmente decompostos pela natureza, podendo ser reaproveitados pelo homem.
- b) **resíduo inorgânico:** aquele que resulta de produtos industrializados. Estes resíduos são de difícil decomposição pela natureza, mas podem ser reciclados pelo homem.

A fonte geradora é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos. Os diferentes tipos de lixo podem ser agrupados nas classes descritas nas próximas subseções.

### 2.2.1 Resíduos sólidos domésticos (RSD)

Os resíduos sólidos domésticos são aqueles produzidos nos domicílios residenciais, basicamente provenientes da cozinha e da limpeza e manutenção das casas. Os resíduos de

cozinha compreendem os resíduos que derivam da manipulação, do cozimento e do serviço de preparação dos alimentos. Estes são constituídos principalmente de matéria orgânica putrescível que se decompõe rapidamente, particularmente devido às temperaturas mais elevadas, e podem produzir cheiros desagradáveis, além de constituírem um suporte para os insetos, parasitas e moscas, quando não são armazenados corretamente (MANSUR *et al.*, 1981).

As características mais importantes deste grupo de resíduos são a sua geração em larga escala e de forma dispersa por todo o meio urbano. De modo geral, os RSD são a principal preocupação das administrações municipais em termos de gestão de RS, demandando os maiores esforços e custos.

### **2.2.2 Resíduos de construção e demolição (RCD)**

A construção civil demanda uma grande quantidade de recursos naturais e em todo seu processo vai gerando restos, seja de construção, demolição ou reformas. Apenas em alguns casos, principalmente em empresas maiores, é que há algum controle. Entretanto, em obras de pequeno porte há pouco controle no consumo de materiais. Estes resíduos interferem em todo o processo de gestão de resíduos pelo fato de serem gerados em grandes quantidades.

Os RCD são uma mistura de materiais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra.

### **2.2.3 Resíduos sólidos volumosos (RSV)**

Os RSV são resíduos geralmente abandonados pela população em logradouros públicos, que devem ter coleta diferenciada por serem volumosos e apresentarem alguma dificuldade para manuseio. Constituem-se principalmente por móveis, eletrodomésticos, pneus, sucata de veículos, animais mortos, dentre outros (TEIXEIRA, 2001 apud PELLEGRINO, 2003).

Os pneus são de importância neste grupo, pois podem gerar muitos problemas ambientais se sua destinação for inadequada, como a proliferação de insetos. Se encaminhados para aterros de lixo convencionais provocam “ocos” na massa de resíduos, causando instabilidade do

aterro. A sua incineração pode gerar material particulado e gases tóxicos, sendo necessário um sistema de tratamento que pode ser de alto custo.

#### **2.2.4 Resíduos sólidos públicos (RSP)**

Os RSP são aqueles originados dos serviços de limpeza pública urbana, incluindo todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de galerias, de córregos e de terrenos, restos de poda de árvores, entre outros.

Monteiro *et al.* (2001) definem como resíduos sólidos públicos os resíduos presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza, tais como folhas, galhos, terra e poeira, areia, e aqueles descartados pela população de forma irregular, como entulho, papéis, restos de embalagens e alimentos. Incluem ainda materiais como entulho e resíduos volumosos, que são enquadrados em outras categorias (RCD e RSV). O fato de estarem dispostos em logradouros, muitas vezes faz com que a atribuição de coletá-los recaia sobre o poder público. Porém, uma gestão correta deve evitar que isto ocorra, prevendo formas para que os geradores assumam sua parte de responsabilidade, de forma que estes resíduos não se tornem “públicos”.

#### **2.2.5 Resíduos sólidos comerciais e institucionais (RCI)**

Os RCI são aqueles originados dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares e restaurantes, entre outros.

De acordo com Barros *et al.* (1995), Resíduos Comerciais são os produzidos em estabelecimentos comerciais, e suas características dependem das atividades ali desenvolvidas. Por exemplo, em restaurantes predominam os resíduos orgânicos.

Segundo o mesmo autor, Resíduos Institucionais são os provenientes das instituições públicas e suas características podem ser consideradas as mesmas das dos resíduos comerciais.

A principal diferença entre os RCI e os RSD refere-se às quantidades geradas; a geração dos RCI concentra-se em alguns estabelecimentos, enquanto que a dos RSD distribui-se por toda a área urbana.

### **2.2.6 Resíduos sólidos de serviços de saúde (RSSS)**

Segundo Mansur *et al.* (1981) os Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde são os resíduos sólidos que, “em virtude de suas características específicas, demandam cuidados e métodos especiais na sua coleta, transporte e disposição final”. São chamados resíduos patológicos, provenientes de hospitais, clínicas, casas de saúde e ambulatórios.

Esses resíduos apresentam riscos e dificuldades especiais no seu manuseio devido ao caráter infectante de alguns de seus componentes como a presença freqüente de objetos perfurantes e cortantes, e em quantidades menores de substâncias tóxicas, inflamáveis e radioativas de baixa intensidade.

A sua crescente geração está associada ao fenômeno da descartabilidade, o qual provocou o aumento de resíduos nos últimos anos, e que tende a continuar nas próximas décadas.

### **1.3 Fatores Influentes na Produção e Tipo do Lixo**

Segundo Pinto (1979), estudos e observações têm demonstrado a evolução do lixo urbano através dos tempos, tanto em termos quantitativos quanto em termos qualitativos, diversificando sua composição em um mesmo período em função da variedade de características de suas fontes produtoras.

Os fatores que mais influem na produção e composição do lixo doméstico são:

- a) nível de renda familiar: a quantidade per capita do lixo produzido aumenta em proporção à renda familiar, uma vez que maior renda propicia maior consumo e, conseqüentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolescência e maior ocorrência de embalagens;
- b) industrialização de alimentos: o crescente movimento de industrialização dos alimentos também tem influenciado na tendência para a maior quantidade de embalagens no lixo e menor quantidade de restos de comida, pois os alimentos já vêm limpos e preparados para o consumo;
- c) hábitos da população: a aquisição de alimentos em feiras-livres, por exemplo, aumenta a quantidade de matéria orgânica no lixo devido aos restos decorrentes

da preparação de alimentos do tipo que é predominantemente vendido em feiras. Por outro lado, a aquisição de produtos em embalagens sem retorno tem aumentado a participação de plásticos, latas e papelão no lixo.

O lixo comercial é composto principalmente por papéis e plásticos de vários grupos. O principal problema desse tipo de resíduo é o aumento do volume do lixo. Cerca de 30% do total gerado de resíduos sólidos urbanos é formado por papéis e plásticos. A Tabela 1 apresenta a composição média do lixo urbano gerado no Brasil.

**Tabela 1: Composição média do lixo no Brasil**

Resíduo	%
Matéria orgânica	57,41
Plástico	16,49
Papel/papelão	13,51
Vidro	2,34
Material ferroso	1,56
Alumínio	0,51
Inertes	0,46
Outros	8,08

**Fonte: Cavo (2007)**

Com relação ao lixo público, Pinto (1979) diz que existe uma miríade de fatores que contribuem para sua produção e composição. Entre eles destacam-se:

- a) arborização das vias públicas: dependendo da quantidade e do tipo de árvores existentes em uma rua, tem-se, principalmente nos meses de outono, maior quantidade de folhas a serem removidas;
- b) movimento de pedestres: ruas de intenso tráfego de pedestres, como as ruas dos centros comerciais das cidades, devem contar com um sistema de limpeza permanente, em virtude do grande número de detritos que são lançados nestas vias;
- c) intensidade do trânsito de veículos nas ruas, principalmente pela desagregação de pavimento asfáltico e ainda pelos detritos lançados à rua por passageiros;



- d) tipos de comércio existente: a existência de bares, lanchonetes e vendedores ambulantes aumenta, por exemplo, a quantidade de embalagens e resíduos de papel no lixo público.

Além dos fatores apresentados, deve-se incluir ainda a presença de animais domésticos com sua conseqüente produção de excrementos, o estado do calçamento e conservação das ruas e passeio e os hábitos da população.

#### **1.4 Periculosidade dos Resíduos Sólidos**

Segundo a norma brasileira NBR 10004 (ABNT, 1987), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à periculosidade, em:

Resíduos Classe I – perigosos: os resíduos são classificados como classe I se apresentarem risco a saúde pública e risco ao meio ambiente. As características que conferem periculosidade a um resíduo são: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, e patogenicidade. São exemplos de resíduos perigosos alguns resíduos industriais e resíduos de serviços de saúde.

Resíduos Classe II – não-inertes: os resíduos Classe II são resíduos que não se enquadram na classe I (perigosos) e nem na classe III (inertes). Os resíduos classe II podem ser biodegradáveis e solúveis em água. São exemplos de resíduos não-inertes os resíduos domésticos.

Resíduos Classe III – inertes: define-se como resíduos classe III quaisquer resíduos que submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada à temperatura ambiente, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo tem-se os resíduos formados a partir das rochas, entulhos e vidros.

Segundo Kubota e Assis (1981), o descarte de resíduos sólidos no ambiente pode causar diversos efeitos, causando poluição das águas, do ar e do solo, bem como provocar acidentes.

### **2.4.1 Poluição das águas**

O depósito dos resíduos sólidos no solo pode ocasionar problema de poluição das águas superficiais e subterrâneas, as quais se tornam poluídas por:

- a) contato direto da água superficial pela água das chuvas que atravessam os resíduos depositados;
- b) movimento vertical da água de percolação, proveniente de precipitação (chuvas), de irrigação ou dos próprios resíduos sólidos por difusão.

A água pode ser contaminada pelo lixo devido à ação de um subproduto líquido de sua decomposição biológica que é altamente poluente. Este líquido, conhecido como chorume, é produzido pela lixiviação, por águas superficiais, das substâncias solúveis existentes no lixo e das resultantes de sua decomposição. Este chorume pode atingir rios, lagos, baías e mais comumente o lençol de água subterrânea da área do vazamento.

A composição característica deste líquido poluente é extremamente variável, dependendo principalmente do tipo de lixo despejado, das condições do solo local, do regime pluviométrico e da ocorrência de infiltrações superficiais.

### **2.4.2 Poluição do ar**

A queima simples de resíduos sólidos em depósitos ao ar livre ou em outros locais inadequados não deve ser feita no meio urbano por constituir uma fonte de poluição do ar, além de criar riscos de acidentes devido à falta de visibilidade por causa da fumaça.

### **2.4.3 Poluição do solo**

A contaminação dos solos dá-se principalmente por resíduos sólidos, líquidos e gasosos, águas contaminadas, efluentes sólidos e líquidos, efluentes provenientes de atividades agrícolas, etc. Assim, pode-se concluir que a contaminação do solo ocorrerá sempre que houver adição de compostos ao solo, modificando suas características naturais e sua

utilização, produzindo efeitos negativos. Portanto, os resíduos sólidos só devem ser dispostos ao solo, com as medidas recomendadas por uma boa operação de aterro sanitário.

#### **2.4.4 Acidentes**

A taxa de acidentes com o pessoal que manipula resíduos sólidos é muito alta e excede à de outras profissões.

Os acidentes a que estão sujeitos os coletores ocupam posição de destaque nas estatísticas de acidentes. Este pessoal está sujeito a cortes e possivelmente a infecções, devido principalmente à inadequada condição de acondicionamento e falta de uso de luvas.

### **1.5 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos**

#### **2.5.1 Conceitos**

Segundo Mandelli (1997) apud Schneider *et al.* (2001), o gerenciamento “refere-se ao conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento baseadas em critérios sanitários, ambientais, sociais, políticos, técnicos, educacionais, culturais, estéticos e econômicos para a geração, manejo, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos”.

A gestão dos resíduos sólidos aparece como um dos assuntos mais relevantes para atingir o desenvolvimento sustentável em todos os países e deve estar assentada sobre condições ambientais adequadas em que sejam considerados todos os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição final, bem como os aspectos de reciclagem dos resíduos (SCHNEIDER *et al.*, 2001).

Existem diferentes conceitos dados aos termos gestão e gerenciamento. Para alguns autores as duas palavras têm o mesmo significado, enquanto para outros existem definições diferenciadas.

(...) “o termo gerenciamento deve ser entendido como o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão. Entende-se por gestão o processo de conceber, planejar, definir, organizar e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de

gerenciamento de resíduos. Este processo compreende as etapas de definição de princípios, objetivos, estabelecimento da política, do modelo de gestão, das metas, dos sistemas de controle operacionais, de medição e avaliação do desempenho e previsão de quais os recursos necessários” (ARAÚJO, 2002).

Para a implantação de um plano de gerenciamento devem ser analisados vários instrumentos relativos à Gestão, como legislativos, econômicos, educacionais, princípios de prevenção e poluição e também as periculosidades locais.

### **2.5.2 Acondicionamento**

A primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos corresponde à atividade de acondicionamento do lixo. No Brasil, percebe-se grande utilização de sacos plásticos, que quando mal-acondicionado significa poluição ambiental e risco à segurança da população, pois pode levar ao aparecimento de doenças. O lixo quando bem-acondicionado facilita o processo de coleta.

De acordo com a Funasa (2002) apud Pellegrino (2003) existem várias maneiras de acondicionamento, como por exemplo:

- a) resíduos domiciliares/comerciais: recipientes metálicos ou plásticos, recipientes de borracha (pneus), sacos plásticos tipo padrão, sacos plásticos de supermercado;
- b) resíduos de varrição: sacos plásticos apropriados, recipientes basculantes, cestos, contêineres estacionários;
- c) resíduos de construção e demolição: contêineres estacionários;
- d) podas: contêineres estacionários;
- e) resíduos dos serviços de saúde: sacos plásticos confeccionados com material incinerável para os resíduos comuns, recipientes confeccionados com material incinerável como polietileno rígido, papelão ondulado ou outro material com as mesmas características, para acondicionamento de resíduos infectantes;
- f) outros (matadouros e estábulos): estes são coletados e transportados para o destino final, ou acondicionados em contêineres estacionários.

### 2.5.3 Coleta

A operação de coleta engloba desde a partida do veículo de sua garagem, compreendendo todo o percurso gasto na viagem para remoção dos resíduos dos locais onde foram acondicionados aos locais de descarga, até o retorno ao ponto de partida.

Jardim *et al.* (1995) apud Barros Júnior (2002) consideram que a coleta e transporte são ações do serviço público municipal, de grande visibilidade para a população, que impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças, que encontram alimento e abrigo no lixo. Esse serviço caracteriza-se pelo envolvimento dos cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-los em dias, locais e horários pré-estabelecidos.

A norma brasileira NBR 12980 (ABNT, 1993) define sobre a coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos:

- a) coleta domiciliar ou convencional: coleta de lixo de residências, estabelecimentos comerciais e industriais cujo volume não ultrapasse o previsto em legislação municipal;
- b) coleta de resíduos provenientes de varrição de ruas, praças, calçadas, demais equipamentos (cestos estacionários e coletores móveis);
- c) coleta em feiras, praias;
- d) coleta especial: entulhos, animais mortos e podas de jardins;
- e) coleta seletiva: recolhimento de resíduos segregados.

### 2.5.4 Coleta seletiva

A coleta seletiva é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis: papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora e que podem ser reutilizados ou reciclados. A coleta seletiva funciona também como um processo de educação ambiental na medida em que sensibiliza a comunidade sobre os problemas do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo lixo.

As vantagens da coleta de recicláveis são:

- a) redução do volume de resíduos a ser disposto em aterros sanitários, aumentando a sua vida útil;
- b) boa qualidade dos materiais recuperados, uma vez que estes estarão menos contaminados pelos outros materiais presentes no lixo;
- c) diminuição dos custos de produção, uma vez que as indústrias de transformação podem aproveitar o material recuperado;
- d) permitir maior flexibilidade, uma vez que pode ser feita em pequena escala e ampliada gradativamente;
- e) permitir parcerias com catadores, empresas, associações ecológicas, sucateiros, etc.;
- f) estimular a cidadania, pois a participação popular reforça o espírito comunitário.

### **2.5.5 Reciclagem**

A reciclagem é uma atividade na qual os fatores que a tornam economicamente viável, convergem, todos eles, para a proteção ambiental e à sustentabilidade do desenvolvimento, pois, referem-se à economia de matérias-primas, à economia de água e à redução da poluição do subsolo, do solo, da água e do ar. Convergem também para a promoção de uma forma de desenvolvimento economicamente sustentável, pois envolvem ganhos econômicos para a sociedade como um todo (CALDERONI, 1998 apud BARROS JÚNIOR, 2002).

Interpretando as definições de reciclagem e coleta seletiva, conclui-se que reciclagem é o processo de transformar a sucata em matéria prima e produto final por meio da industrialização, e coleta seletiva é um sistema que facilita a reciclagem porque o material permanece limpo e com maior potencial de reaproveitamento.

A coleta seletiva e a reciclagem são de suma importância na garantia de melhores condições ambientais, pois reduzem o uso de recursos naturais e a quantidade de resíduos depositados nos aterros, além de garantir o sustento de muitas famílias.

Entretanto, a reciclagem não pode ser vista como a solução ao problema dos resíduos gerados, uma vez que deve ser compreendida apenas como uma atividade econômica dentre outras existentes, devendo ser encarada como um elemento dentro de um conjunto de ações estabelecidas por um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

### **2.5.6 Disposição Final**

Angelis Neto (1999) diz que após serem gerados nas áreas urbanas, os resíduos sólidos precisam ser removidos de suas fontes e destinados a local conveniente, para não causarem impactos ao ambiente. Diz ainda que existem diferentes maneiras de se proceder a destinação final destes resíduos e que, dependendo da técnica utilizada, causarão maiores ou menores impactos.

De acordo com Sapata (1994), durante muitos anos a Política Nacional Brasileira adotou como medida resolutiva para disposição de resíduos sólidos urbanos os lixões a céu aberto e vazadouros. Estas disposições inadequadas dos resíduos sólidos sobre o solo, agravaram-se cada vez mais com o crescimento da população, e como consequência tem-se o “efeito bumerangue”, que é o retorno da poluição para as cidades, ocasionado pelos problemas de aspectos sanitários, ambientais, sociais e econômicos. Assim, deve-se condenar este tipo de disposição, devendo ser considerado medida condenável perante as legislações sanitárias e ambientais, apesar de ser ainda utilizado por muitos municípios.

A Tabela 2 apresenta os dados referentes à última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico-PNSB, realizada pelo IBGE (2000) sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

**Tabela 2: Formas de disposição dos resíduos sólidos no Brasil**

Formas de disposição	%
Lixões	59,03
Aterros sanitários	16,78
Aterros controlados	12,58
Compostagem	03,86
Reciclagem	02,82
Aterros especiais	02,62
Incineração	01,76
Áreas alagadas	00,55

Fonte: IBGE (2007)

A disposição final, descrita pela resolução do CONAMA nº. 5/93, “é o conjunto de unidades, processos e procedimentos que visam ao lançamento de resíduos no solo, garantindo-se a proteção da saúde pública e a qualidade do meio ambiente”.

Andrade e Povinelli (1999) dizem que o lançamento de resíduos a céu aberto é uma forma de disposição final de resíduos sólidos na qual estes materiais são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

Essa forma de disposição facilita a proliferação de vetores (moscas, mosquitos, baratas, ratos), geração de maus odores, poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo material lixiviado – mistura do chorume (líquido) – gerado da degradação da matéria orgânica com a água de chuva, além de não possibilitar o controle dos resíduos que são encaminhados para o local de disposição. Ainda se associam aos lixões a existência de catadores, os quais muitas vezes residem no local.

Segundo Angelis Neto (1999) o processo de disposição final pode ser classificado como:

- a) **Lixão:** é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela sua simples descarga sobre o solo, sem medida de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, geração de maus odores e, principalmente poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica no lixo), comprometendo os recursos hídricos;



- b) **Aterro controlado:** é uma técnica de disposição de resíduos sólidos nos solos, sem causar danos ou riscos diretos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.
- c) **Aterro sanitário:** é uma técnica utilizada para disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinação segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública; ou, é a forma de disposição final de resíduos sólidos no solo, através do confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais.

Para Bidone e Povinelli (1999) o aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, dentro de critérios de engenharia e normas operacionais específicas, proporcionando o confinamento seguro dos resíduos – normalmente recobrimento com argila selecionada e compactada em níveis satisfatórios – evitando danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ambientais. .

Esses critérios de engenharia mencionados materializam-se no projeto de uma camada impermeável de polietileno de alta densidade - PEAD sobre uma camada de solo compactado, para evitar o vazamento de material líquido para o solo, de sistemas de drenagem periférica e superficial para afastamento de águas de chuva, de drenagem de fundo para coleta do material lixiviado, de sistema de tratamento para o material lixiviado drenado, e de drenagem e queima dos gases constituídos por metano, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (vapor), entre outros, gerados durante o processo de bioestabilização da matéria orgânica.

## 1.6 Usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos

As usinas de triagem e compostagem são centros de separação das frações orgânicas e inorgânicas dos RSD, operacionalizados, em maior ou menor escala, por equipamento eletromecânico.

As instalações das usinas podem ser agrupadas em quatro setores (Jardim *et al.*, 1995):

1- recepção:

- balança rodoviária;
- pátio de recepção de preferência pavimentado;
- fosso de descarga coberto, com captação de chorume;
- paredes de moengas e tremonhas com inclinação mínima de 60 graus;
- fossos com paredes verticais de um lado e inclinada dos outros, para favorecer o escoamento do lixo.

2- triagem:

- utilizar motores elétricos à prova de pó e água; esteira com largura útil máxima de um metro e velocidade entre 6 e 12 m/min, com variador de velocidades (jogo de polias), dotada de eletroímã ou polia magnética;
- em caso de uso de peneira, utilizar a do tipo rotativo, com seção circular ou sextavada; malha de, no mínimo 5 cm, e rotação entre 14 e 20 rpm.

3- pátio de compostagem:

- deve-se prever reviradeira de leiras ou pá carregadeira;
- tempo de compostagem varia com as características da matéria-prima e do clima da região, em geral 60 a 90 dias em climas quentes, e 90 a 120 dias em climas frios;
- no processo acelerado, o tempo de residência no biodigestor deve situar-se entre 2 e 4 dias, reduzindo em 30 dias a permanência no pátio de compostagem;
- utilizar leiras com altura entre 1,2 e 1,8 metros;
- o pátio deve ter inclinação de 2/1000, e ser dotado de sistema de drenagem para captação de chorume e águas pluviais, a serem conduzidas para lagoa de estabilização;
- a área do pátio deve incluir setores de peneiramento de composto, secagem e armazenamento de composto curado.

4- beneficiamento:

- utilizar peneiras rotativas de seção circular ou hexagonal, com malha de cerca de 20 mm de abertura – pode-se prever peneiras com duas malhas, para produzir dois tipos de composto, uma de abertura grossa e outra fina;
- fardos devem ter peso máximo de 40 kg.

Os rejeitos tais como: couro, lixo de varredura, entulhos e outros, devem ser encaminhados para um aterro sanitário, sempre imprescindível para receber os materiais não reaproveitáveis.

Segundo Pellegrino (2003), em sua tese, concluiu-se que o custo de operação de um aterro sanitário fica em torno de R\$ 6,00 por habitante/ano, além do custo do sistema de coleta e do custo de implantação do aterro. E comparando-se os custos de implantação de uma UTC e aterro sanitário de rejeitos com a solução de aterro sanitário exclusivamente, nos primeiros dois anos o custo de implantação e operação da primeira opção seria maior. Entretanto, a partir do terceiro ano, a situação se inverteria, pois a segunda opção apresentaria um custo operacional maior.

### **2.6.1 Processo de compostagem**

Barros Júnior (2002) cita que o composto orgânico produzido de resíduos urbanos domiciliares é enquadrado como fertilizante orgânico conforme o Decreto Lei 86955 de 18 de Fevereiro de 1982, que condiciona a comercialização desses compostos a seu prévio registro no Ministério da Agricultura e várias portarias.

“Compostagem é uma maneira antiga de processar os resíduos e convertê-los a uma forma que proporciona benefícios significativos para a agropecuária” (PEIXOTO, 1988). Consiste num processo biológico de decomposição aeróbia da fração orgânica contida nos resíduos, que ocorre por ação de agentes microbianos, de modo a resultar em um produto estável, similar ao húmus.

A técnica pode ser aplicada em diferentes situações de desenvolvimento agrícola, como por pequenos agricultores descapitalizados, com o uso intensivo de mão-de-obra. Deve-se ter em mente que o composto (húmus) quando aplicado ao solo, não funciona estaticamente como simples fornecedor de nutrientes, mas atua dinamicamente na melhoria das propriedades

químicas, físicas e biológicas do solo. Além disso, um solo não é recuperado nem “construído” em um ano, mas sim ao longo do tempo.

Kiehl (1998) apud Barros Júnior (2002) define compostagem como sendo um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, no estado sólido e úmido. Dois estágios podem ser identificados nessa transformação:

- a) **1º estágio:** é denominado digestão, e corresponde à fase inicial da fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização e a decomposição ainda não se completou;
- b) **2º estágio:** é o de maturação, mais longo, no qual a massa em fermentação atinge a humificação (estado em que o composto apresenta melhores condições como melhorador do solo e fertilizante).

#### **1.6.1.1 Características e fatores intervenientes**

Peixoto (1988), diz que a compostagem é o processo de decomposição aeróbia onde a ação e a interação dos microorganismos também dependem da ocorrência de condições favoráveis, tais como: temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos existentes, concentração e tipo de nutrientes disponíveis. É importante ressaltar, que esses fatores ocorrem simultaneamente, e que a eficiência da compostagem baseia-se na interdependência e inter-relacionamento desses fatores.

Durante o processo há desprendimento de gás carbônico, água (na forma de vapor) e energia, devido à ação dos microorganismos. Parte da energia é usada para crescimento e movimento, sendo a restante liberada como calor, que se procura conservar na Pilha (monte) de compostagem. Como resultado, a pilha se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge estágio de maturação. O composto final, húmus, é constituído de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos decompostos e microorganismos mortos e vivos. A Figura 1 mostra as Pilhas de compostagem.



**Figura 1: Pilhas de compostagem**

**Fonte: Chapadão do Céu (2003)**

Segundo o Centro de Divulgação Científica e Cultural (2007) alguns cuidados devem ser tomados com relação ao processo de compostagem:

- a) **Teor de Umidade:** O teor ótimo de umidade para compostagem aeróbica compreende-se entre 50 a 60%. O ajuste de umidade pode ser feito por mistura de componentes. Na prática também se verifica que depende da eficácia do arejamento (manual ou mecânica) da massa em compostagem, nas características físicas dos resíduos (estrutura, porosidade etc.) e na carência microbiológica da água. Altos teores (~ 65%) fazem com que a água ocupe os espaços vazios da massa, impedindo a livre passagem do oxigênio, o que poderá provocar o aparecimento de zonas de anaerobiose. Baixos teores de umidade (inferiores a 40%) inibem, por sua vez, a atividade microbiológica, diminuindo a taxa de estabilização. O teor ótimo de umidade é de, aproximadamente, de 55%.
- b) **Controle de odores:** A maior parte dos problemas de odores nos processos de compostagem aeróbia estão associados ao desenvolvimento de condições anaeróbias na pilha de compostagem. Em grandes processos de compostagem aeróbia é comum encontrar fragmentos de revistas, livros e outros compostos orgânicos que não são compostados num espaço curto de tempo, e como o oxigênio nem sempre é suficiente, desenvolvem-se condições anaeróbias. Nestas circunstâncias, há produção de ácidos orgânicos que emitem odores intensos. Para minimizar os potenciais problemas de odores é importante reduzir o tamanho das

partículas e, retirar plásticos e outros materiais não biodegradáveis do material orgânico para compostar.

- c) **Qualidade do produto final:** A qualidade do composto obtido pode ser definida em termos de composição de nutrientes e de matéria orgânica, pH, textura, distribuição do tamanho das partículas, percentagem de sais, odor residual, grau de estabilidade e maturação, presença de organismos patogênicos e concentração de metais pesados. Infelizmente, estes valores são bastante variáveis e não existe consenso quanto às quantidades ideais para estes parâmetros.
- d) **Produção de biogás:** Esta é também uma consequência indireta da compostagem, pois, está relacionada com a deposição de materiais em aterro. A formação de biogás nos aterros pode ser bastante nociva para o ambiente, uma vez que, ocorre uma grande libertação de metano para a atmosfera que contribui para o aumento do efeito estufa. Constitui também um risco para a segurança do próprio aterro, uma vez que, pode provocar explosões. Existem processos que permitem a recolha deste gás para posterior combustão ou aproveitamento energético.
- e) **Riscos para a saúde pública:** Se a operação de compostagem não for conduzida adequadamente existem fortes probabilidades de os organismos patogênicos sobreviverem ao processo. A ausência de microorganismos patogênicos no composto final é extremamente importante, uma vez, que este vai ser utilizado em aplicações às quais as pessoas vão estar diretamente expostas. No entanto, o controle desses microorganismos pode ser facilmente alcançado, quando o processo é eficiente e controlado. A maior parte dos microorganismos patogênicos são facilmente destruídos às temperaturas e tempos de exposição utilizados nas operações de compostagem (55°C durante 15 a 20 dias).
- f) **Presença de metais pesados:** Pode afetar todas as operações de compostagem, mas principalmente, aquelas onde se utilizam esfarrapadoras mecânicas. Quando os metais dos resíduos sólidos são desfeitos, as partículas metálicas que se formam podem ficar agarradas aos materiais mais leves. Depois da compostagem estes materiais vão ser aplicados ao solo, podendo provocar sérios problemas de toxicidade. Normalmente, a quantidade de metais pesados encontrados no composto produzido a partir da parte orgânica dos RSU é bastante inferior a

verificada nas lamas de águas residuais. Quando há separação prévia dos resíduos, a concentração de metais pesados é ainda menor.

## **2.6.2 Exemplo de Unidade de Triagem e Compostagem**

Chapadão do Céu localiza-se no estado de Goiás e tem uma população de 4.428 habitantes, que foram, todos beneficiados com melhoria na qualidade de vida ao terem o risco de contaminação de solo, água e ar reduzidos drasticamente, por meio do Programa de Reciclagem e Compostagem de Lixo.

Em 5 (cinco) meses de funcionamento foram produzidos aproximadamente 15.000 kg de material orgânico transformado em adubo. Todo este material deixou de ser jogado em valas para ser degradado e está sendo negociado pelo setor de compras da Prefeitura Municipal, com uma expectativa de receita de aproximadamente R\$15.000,00.

Todavia, segundo a Prefeitura do município, uma sistemática de venda deve ser aperfeiçoada e melhor desenvolvida, novas parcerias com empresas e instituições poderão ser feitas, maior refinamento na separação destacando produtos mais nobres e de maior valor poderá ser realizado e outras ações de melhoria em todo o sistema, com maior aproveitamento para a população e menor custo para a administração pública municipal.

## **1.7 Exemplos de Trabalhos Realizados em Duas Cidades Brasileiras**

### **2.7.1 O caso do município de São José do Vale do Rio Preto**

A cidade de São José do Vale do Rio Preto localiza-se no estado do Rio de Janeiro, na Região Serrana Fluminense, à 615m de altitude. Possui uma área de 239.950 m<sup>2</sup> e uma população de 21.375 habitantes.

Segundo reportagem exibida no Jornal Nacional em 05/06/2007, nesta cidade ocorreu um envolvimento dos moradores juntamente com a prefeitura onde esta pequena cidade se livrou de um grande problema que é o lixo, que deixou de ser uma ameaça para o lugar, cercado de Mata Atlântica.

Na cidade há um caminhão de coleta seletiva que passa por todos os bairros coletando os resíduos separados pelos moradores e pelos comerciantes. Segundo o depoimento de moradores, antes da implantação desse projeto muitos moradores tinham o hábito recolher o lixo e deixá-lo no fundo do quintal, para então queimá-lo.

A coleta seletiva e a criação da usina de triagem melhoraram a vida de um grupo de pessoas. Os catadores participantes do projeto compartilham o trabalho e o lucro do negócio.

Atualmente todos resíduos produzidos em São José do Vale do Rio Preto passam pela usina, e o que não é vendido se transforma em adubo. Em apenas dois anos, a redução do lixo já chega a 70%.

### **2.7.2 O caso do município de Coronel Xavier Chaves**

A cidade de Coronel Xavier Chaves localiza-se no estado de Minas Gerais, e situa-se a uma altitude de 930m, a cerca de 190 km de Belo Horizonte. Possui uma área de 141.137 m<sup>2</sup> e uma população de 3331 habitantes.

Santos (2006), em um trabalho realizado na cidade com as donas de casa, pesquisou os fatores psicossociais que inibiam ou estimulavam a segregação dos resíduos na fonte, buscando favorecer a coleta seletiva e, por conseguinte, uma maior eficiência do tratamento e destinação finais dos resíduos sólidos da cidade. Um resultado secundário seria estender as conclusões para outros públicos e/ou para outras questões do gerenciamento, que não a coleta seletiva em si.

A situação com que se deparou na cidade estudada é que, mesmo dispondo de tratamento e disposição final adequados para os seus resíduos produzidos, o sistema implantado – uma usina de triagem e compostagem de lixo (UTC) –, apesar de ser considerado como uma boa solução em termos de reaproveitamento de materiais e economia de área de aterramento para rejeitos, também se apresenta bastante dependente da colaboração do público atendido, na medida em que seria desejável que esse público apresentasse os materiais separados pelo menos nas categorias de recicláveis (lixo seco) e lixo orgânico (lixo úmido).



Tinha-se um conhecimento anterior de que na época da inauguração da usina a população colaborava bastante com a separação prévia em seus domicílios. Entretanto, com o passar do tempo, notara-se uma queda geral na colaboração, observada no alto grau de mistura com que os resíduos chegavam à usina para serem processados. Considerou-se que a colaboração da comunidade local é imprescindível para a continuidade e a eficiência da operação de UTC's, e que os grandes aparatos que às vezes são vendidos juntamente com essa solução, tais como esteiras mecanizadas, trituradores e peneiras rotativas, mostram-se totalmente ineficazes quando os resíduos chegam em grande quantidade e com um alto grau de mistura e de impurezas.

No caso do município em questão, notou-se que, apesar de ser concebido com o intuito de facilitar o trabalho do operário da usina na separação dos materiais, o sistema implantado não estava cumprindo o seu papel, na medida em que estes funcionários demonstravam cansaço físico e baixa auto-estima. O resultado era uma taxa pequena de separação de resíduos sólidos, com alta proporção de rejeitos.

Considerou-se que as atitudes são frutos do nível de conhecimento e da sensibilização das pesquisadas para o problema e que, portanto, refletem a necessidade de intervenção no sentido de aumentar os níveis desses dois componentes enquanto fatores da mobilização desse público para separar os resíduos nas fontes geradoras, ou seja, nas suas residências.

Observou-se atitudes despreocupadas com a questão dos resíduos sólidos, o que por sua vez retrata o “nem-ligo” relativo à questão ambiental. Embora passe diretamente por elas a produção doméstica de resíduos, as donas-de-casa não demonstraram, de modo geral, atitudes particularmente atentas à questão, pelo menos antes das visitas à UTC, o que pode ser imputado em parte à vida tranqüila das pequenas cidades. Identifica-se uma pequena correlação entre o grau de preocupação e o grau de escolaridade das entrevistadas.

Constatou-se também uma atitude simpática de pró-colaboração, mas que em termos práticos adianta quase nada. As pessoas demonstram, quando induzidas, boa vontade e interesse, mas seus comportamentos traem esta aparente intenção de maior engajamento. Quando percebidos potenciais de ônus financeiro ou de incômodos físicos, a receptividade e o entusiasmo aumentam, embora não necessariamente seguidos por atitudes concretas e/ou permanentes.

Notou-se que, às vezes, a atitude das donas-de-casa em relação à separação teve conotações de perda de tempo e de inutilidade (...”meus vizinhos não separavam, então eu parei de separar. Me sentia fazendo papel de boba!”), assim como, em outros momentos, a atitude de separar tomou ares de grande importância para quem a pratica (“Gente, misturar o lixo não é chique, não! Está super fora de moda!”).

Algumas das práticas e comportamentos das entrevistadas em relação ao lixo ainda são pautadas na necessidade que elas sentem de afastar o lixo o mais rapidamente possível das suas vistas, numa atitude de repulsa (“Eu queimava o lixo em casa para sumir com ele!”). Essa conclusão aponta para o imperativo de que as campanhas de mobilização devem tentar desfazer essa imagem de que o lixo é somente algo ruim e/ou repugnante.

Na maioria das vezes, as atitudes com o lixo refletem o grau de conhecimento sobre as consequências advindas dessas práticas em relação à sua saúde (...”agora com essa história de que a fumaça é cancerígena, vou parar!”); ou o nível de sensibilização sobre a interferência na saúde do trabalhador que manipula o lixo depois que o mesmo sai de seu domicílio (“Quando quebra vidro na minha casa, embrulho bem embrulhadinho e ainda escrevo: VIDRO. Para não machucar os rapazes”).

A falta de motivação para separar o lixo na fonte, muitas vezes, é ocasionada pelas condições de coleta (queixam que faltam sacolinhas de plástico...) ou de transporte oferecidas pela Prefeitura. Daí se deduz a importância de planejar e executar adequadamente esses serviços. (“Eu separava o lixo, mas reparava que o coletor jogava os sacos de qualquer jeito na carroceria do caminhão, misturando tudo. Então eu pensei: Para que vou continuar separando? Perda de tempo!”). Da mesma forma, a população quer ser informada sobre as alterações realizadas nos serviços oferecidos, para que se sinta respeitada.

Conhecer o problema do município de Coronel Xavier Chaves é conhecer o problema recorrente em muitos municípios brasileiros onde, apesar de já disporem de tratamento e disposição final adequados para os RSU, esses sistemas, muitas vezes, têm operação precária, na medida em que se esperaria a seguinte atitude desejável por parte dos seus usuários: a entrega do lixo à coleta, separado, pelo menos, nas categorias de recicláveis (lixo seco – destinado à comercialização para reciclagem) e matéria orgânica mais rejeitos (lixo úmido – destinado à produção de composto e ao aterro de rejeitos).

## 2 METODOLOGIA

Neste trabalho avaliou-se a questão dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Mandaguari-Pr principalmente no que diz respeito aos resíduos domiciliares, de forma a se obter informações que subsidiem a elaboração de sugestões para melhorar o plano de gerenciamento existente.

Informações sobre o município foram obtidas por meio de revisão bibliográfica (“site” da prefeitura, literatura sobre o município) e por meio de informações junto a funcionários da Prefeitura e outros órgãos municipais.

Informações adicionais sobre a coleta seletiva foram obtidas junto à Associação dos Catadores - ACAMAN.

A avaliação da atual forma de disposição dos resíduos urbanos foi feita por meio de uma visita ao aterro sanitário, acompanhando de um dos caminhões da coleta, bem como por meio de entrevistas com o motorista do caminhão de coleta, catadores e gerente da Associação.

O acondicionamento dos resíduos em locais como escolas, restaurantes e lanchonetes, foi avaliado *in loco*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização do Município de Mandaguari

##### 4.1.1 Dados gerais

As informações referentes aos dados gerais que compõe a caracterização do município foram extraídos do “Perfil de Mandaguari” (1999), do “cinqüentenário de Mandaguari”(1987) e do site do município, que retratam a trajetória do município desde a colonização até os dias de hoje.

##### 4.1.2 Localização

O município de Mandaguari está localizado na Região Sul do Brasil, no Terceiro Planalto da Região Norte do Paraná, a 720m de altitude em relação ao nível do mar. A Figura 2 mostra os limites da cidade e sua localização no mapa do Estado do Paraná.

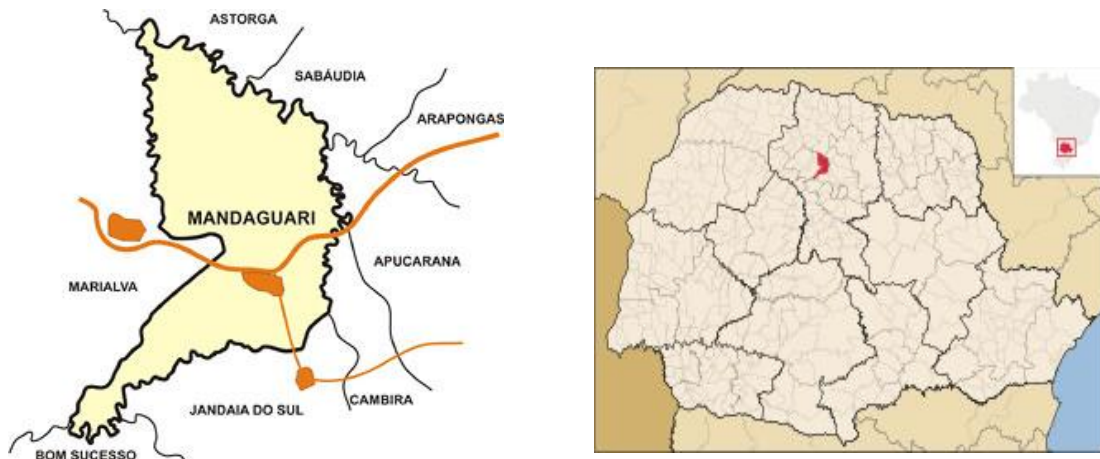


Figura 2: Limites do município de Mandaguari e sua localização no mapa do Estado do Paraná

Fonte: Site da Prefeitura de Mandaguari (2007)

O município de Mandaguari localiza-se na zona fisiográfica do Ivaí, e tem como coordenadas geográficas 23° e 31' minutos de latitude Sul e 51° e 41' de longitude Oeste. De acordo com a carta climática do Estado do Paraná e Divisão Climática do Estado do Paraná, verifica-se que as propriedades estão sob a influência do tipo climático mesotérmico, sem estação seca

definida, com verões quentes e com média do mês mais quente superior a 22° C, e com média do mês mais frio inferior à 18°C.

Mandaguari possui um território de 336 Km<sup>2</sup>, sendo que 2313 ha correspondem à área urbana e o restante à área rural.

Os acessos terrestres e as distâncias até Mandaguari a partir das principais cidades do Estado do Paraná e das capitais do Sul do Brasil estão listadas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Distâncias do município à outras localidades**

<b>Cidades</b>	<b>Distância(Km)</b>	<b>Vias de acesso</b>
Maringá	28	BR 376
Londrina	86	BR 376
Apucarana	30	BR 376
Curitiba	400	BR 376
Foz do Iguaçu	426	BR 369
São Paulo	618	BR 369/376
Florianópolis	700	BR 376/101
Porto Alegre	1300	BR 101/ 116

**Fonte: Perfil do Município de Mandaguari (1999)**

### **4.1.3 Histórico**

Por volta de 1936 algumas famílias paulistas e mineiras chegaram ao patrimônio Três Bocas, onde atualmente se localiza a cidade de Londrina-Pr, e com algumas orientações adentraram na mata abrindo caminho.

Alguns, encantados com determinadas regiões, acabaram ficando e adquirindo lotes onde começaram a trabalhar. Munidos de foices, machados e outras ferramentas foram abrindo clareiras. Árvores centenárias enormes deram lugar a ranchos e construções.

Em 1936 já haviam vários lotes vendidos onde é hoje Mandaguari, e no final deste mesmo ano, os irmãos Manoel e Antonio dos Santos começavam a construção de uma serraria, concluída em 1937.

Foi ao redor dessa serraria que surgiram um pequeno número de casas, marcando o início de um novo povoado, que se chamava Vitória. Enquanto isso o trabalho continuava e em meados de 1937 já havia uma clareira de aproximadamente 2 quarteirões, com alguns coqueiros no centro, onde hoje se encontra a principal praça da cidade.

Em 1938 o patrimônio de Vitória recebeu o nome de Lovat, em homenagem a Lord Lovat, membro de uma missão inglesa, por ordem da companhia colonizadora sediada em Londrina.

Em 1942 o patrimônio Lovat passou a chamar-se Mandaguari. Há controvérsias a cerca do nome. Alguns pioneiros justificam-no com a afirmativa de que o nome Mandaguari, de origem indígena, designava uma abelha silvestre existente na região. Outros afirmam que a origem do nome deve ser atribuída a um ribeirão que tinha esse nome.

Em 12 de abril de 1944, Mandaguari foi elevada à condição de Vila, e no dia 10 de outubro de 1947 o Interventor Manoel Ribas assinou a Lei nº 2 que cria o Município de Mandaguari. Mandaguari separa-se de Apucarana e recebe uma área de aproximadamente 14.000 km<sup>2</sup>, passando a ser o segundo maior município do Paraná. O número de habitantes no município era estimado em 41.000 habitantes.

#### **4.1.4 Aspectos físico-ambientais**

No início da colonização, a vegetação apresentava-se em forma de matas exuberantes com vários tipos de madeira.

Com o tempo e a necessidade de se desenvolver a agricultura a mata foi derrubada, apesar da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná alertar os proprietários de lotes a manter uma pequena reserva florestal nas propriedades. Porém, os colonizadores e os que os seguiram, não deram a devida atenção, e a mata tropical foi devastada.

Hoje, o município tem por volta de 700 ha ocupados com mata nativa. As matas ciliares se encontram praticamente extintas, com estreita faixa ou completa ausência de vegetação.

O relevo do município apresenta um percentual de 5% plano (zona urbana), 15% suavemente ondulado, 40% ondulado e os outros 40% fortemente ondulado. O terreno é constituído de rochas diabásicas, possui uma cor marrom avermelhada ferruginosa e que vista à distância, apresenta uma tonalidade violácea, razão pela qual é chamada de “terra roxa”. A consistência dessa terra, quando seca, é áspera e poeirenta e quando molhada, transforma-se em barro pegajoso. É rica em óxido de ferro e manganês.

#### 4.1.5 Aspectos demográficos

Segundo o site do município a população total estimada é de 33.093 habitantes, sendo que 90% do total habitantes da zona urbana.

A variação populacional do ano de 1991 ao ano e 2006 é demonstrada no Tabela 4, que aponta para o aumento da população urbana e redução da população rural.

**Tabela 4- População urbana e população rural do município.**

Ano	População Urbana		População Rural		Total
	Quantidade	%	Quantidade	%	
1991	21.249	75,6	6.835	24,3	28.084
1996	23.727	80,4	5.777	19,5	29.504
2000	25.747	83,9	4.932	16,0	30.679
2006	29.784	90	3.309	10	33.093

**Fonte: Perfil do município de Mandaguari (1999) e Site da Prefeitura de Mandaguari (2007)**

A Figura 3 a seguir apresenta a variação da população no período de 1991 a 2006.

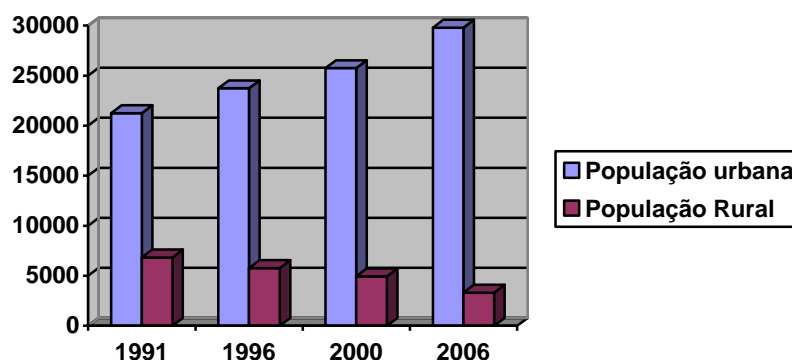


Figura 3- Variação da população entre 1991 e 2006

O processo de êxodo rural teve início por volta do ano de 1975, por ocasião em que ocorreu a grande geada que causou a queima das lavouras cafeeiras e, por conseqüência, grande desestímulo ao homem do campo, principalmente aos pequenos produtores, empreiteiros, arrendatários e empregados rurais que não possuíam equipamentos e máquinas próprias para atuar em outra área da produção agrícola, o que só poderia ser feito com um alto custo, inviabilizando assim a permanência do homem no campo.

Outro fator que contribuiu para a aceleração do êxodo rural foi o aumento da oferta de emprego na cidade, principalmente pelas indústrias que se instalaram no município. A partir da criação do Parque Industrial essas indústrias foram ampliadas e novas indústrias foram instaladas, acelerando este processo.

## 3.2 Coleta dos Resíduos Sólidos

O serviço de limpeza pública em Mandaguari é efetuado pela Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Infra-Estrutura, Serviços Públicos, Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente, que gerencia os serviços, no qual as divisões competentes dão andamento a este trabalho.

### 4.2.1 Coleta de lixo doméstico

A coleta de lixo doméstico ou coleta convencional, como se costumou designar é efetuada todos os dias da semana, com exceção do domingo.



Segundo informações da prefeitura, a média recolhida é de 22 toneladas de lixo/dia, o que equivale a uma produção média de 0,738 kg/hab/dia. Segundo a PNSB-2000 a produção média nacional atinge o valor de 0,74 kg/hab/dia, valor próximo ao do município.

Para esta atividade a prefeitura conta com uma frota de 03 caminhões compactadores com 7 toneladas de capacidade. A Tabela 5 apresenta os modelos e os anos dos caminhões.

**Tabela 5 : Caminhões utilizados na coleta dos resíduos**

Veículo	Ano
Dodge D-950	1978
F-14000	1996
F-12000	2001

**Fonte : Prefeitura Municipal de Mandaguari**

A Figura 4 mostra os caminhões que realizam a coleta dos resíduos.



**Figura 4 : Caminhões que realizam a coleta dos RSD**

Para a coleta dos resíduos a cidade é subdividida em 3 setores, de forma que os caminhões percorrem uma distância de aproximadamente 210 Km/dia. A Tabela 6 mostra o cronograma e o roteiro de coleta percorrido por cada veículo:

Tabela 6- Cronograma e roteiro de coleta dos resíduos sólidos em Mandaguari

Veículo	Dias da semana	Roteiro de coleta
Dodge-950	Segunda-feira	Jardim Esplanada, e do Ginásio de Esportes até a Avenida Fermino Corazza.
	Terça-feira	Jardim boa vista, Jardim Cristina I e II e Jardim Delgado
	Quarta-feira	Jardim Esplanada, Rua João Ernesto Ferreira e transversais, até a Rodoviária do município
	Quinta-feira	Jardim Boa Vista e Jardim Delgado
	Sexta-feira	Jardim Esplanada, Rua João Ernesto Ferreira e transversais, até a Rodoviária do município
	Sábado	Jardim Cristina I e II
F-12000	Segunda-feira	Cinco Conjuntos, Vila Palma e Vila Verde
	Terça-feira	Jardim Progresso I e II e Jardim Novo Horizonte
	Quarta-feira	Cinco Conjuntos, Vila Palma e Vila Verde
	Quinta-feira	Jardim Progresso I e II
	Sexta-feira	Jardim Novo Horizonte e Vila Vitória
	Sábado	Jardim Progresso I e II e Vila Palma
F-14000	Todos os dias, com exceção do Domingo	Todo o centro, desde a Avenida Fermino Corazza mais a Rua João Ernesto Ferreira em toda a sua Extensão.

Fonte: Prefeitura Municipal de Mandaguari (2007)

Em relação à equipe de coleta, são utilizadas 12 pessoas para a realização desse trabalho, coordenadas por um responsável, sendo que neste setor não há equipe de reserva.

Quanto ao horário de coleta, a mesma é realizada em horário normal de expediente, das 07:30 às 17:00 horas, com intervalo para almoço.

Apesar de a coleta cobrir toda a cidade, em muitos pontos próximos à linha férrea e em alguns terrenos baldios, observa-se um acúmulo de lixo de todas as origens depositado pelos moradores próximos. A Figura 5 ilustra esta situação.



**Figura 5 : Acúmulo de lixo próximo à linha férrea**

O acúmulo de lixo em locais inadequados, além dos inconvenientes estéticos e do mau cheiro que exala, pode acarretar graves problemas sanitários à população de toda a cidade, pois são uma fonte de moscas, baratas e ratos que tanto incomodam quanto podem transmitir várias doenças. Isto nos leva a pensar na responsabilidade de cada cidadão para manter um ambiente mais limpo e sadio e contribuir para o bem estar da coletividade.

### **3.2.1.1 Dimensionamento da frota de caminhões coletores**

Para analisar o sistema de coleta atual, procedeu-se o dimensionamento da frota de caminhões coletores compactadores necessária, utilizando o sistema proposto por Bretas (1998) apud Barros Júnior (2002):

1) Quantidade de lixo coletado por dia ( $q$ );

2) Cálculo de tempo dispendido pelo transporte de cada viagem ao destino final ( $t$ ), calculado por meio da equação 1:

$$t = \frac{2D}{Vt} + t' \quad (1)$$

em que:

$D$  = distância média do centro geográfico até o sistema de destino final, em km;

$Vt$  = velocidade de transporte do lixo coletado até o sistema de destino final, em km/h;

$t'$  = tempo dispendido para acesso, descarga do lixo e saída do sistema de destino final, em hora.

Sendo:

$D = 10$  km

$Vt = 25$  km/h

$t' = 15$  minutos ou 0,25 horas

Logo:

$$t = 1,05 \text{ horas}$$

A Tabela 7 demonstra as capacidades de carga líquida de lixo com densidade aparente de 0,18 t/m<sup>3</sup> em uma caixa coletora com diferentes capacidades volumétrica de caçamba.

**Tabela 7 : Cargas líquidas de caçambas coletoras compactadas**

Capacidade volumétrica (m <sup>3</sup> )	Carga Líquida (ton)
8	4,32
10	5,40
12	6,48
15	8,10
20	10,80
25	13,50

**Fonte : Bretas (1998) apud Barros Júnior (2002)**

3) Cálculo do número de viagens possíveis de realizar dentro de um período de 8 horas de trabalho ( $n$ ), calculado por meio da equação 2:

$$n = \frac{q.Vc.T}{L/2.C + q.Vc.t} \quad (2)$$

em que:

$q$  = quantidade de lixo coletado por dia;

$V_c$  = velocidade média de coleta desenvolvida pela equipe coletora e caminhão, em km/h;

$L$  = quilometragem total das ruas a serem atendidas, em km;

$C$  = capacidade de carga líquida para caminhões com diferentes capacidades de lixo compactado, obtida através da Tabela 5;

$L$  = quilometragem total de ruas atendidas por dia;

$L/2$  = trata-se do sistema de coleta de lixo alternado no qual metade das vias são atendidas às 2<sup>as</sup>, 4<sup>as</sup> e 6<sup>as</sup> feiras e a outra metade às 3<sup>as</sup>, 5<sup>as</sup> e sábados, menos a área central que é executada diariamente.

Sendo:

$$V_c = 4 \text{ km/h}$$

$$T = 8 \text{ horas}$$

$$C = 6,5 \text{ ton/vol.},$$

$$L = 210 \text{ km}$$

Logo:

$$n = 0,9085$$

4) Cálculo da quantidade de caminhões coletores compactadores ( $x$ ), calculado por meio da equação 3:

$$x = \frac{1}{n} \left( \frac{q}{C} - Y \right) + K \quad (3)$$

em que:

$Y$  = quantidade de viagens executadas pelos caminhões coletores no período noturno;

$K$  = coeficiente para reserva técnica ( 10% da frota efetiva).

Sendo:

$$Y = 0$$

Logo:

$$x = 3,725 \quad \text{e} \quad K = 0,3725$$

O cálculo utilizado mostra a necessidade de se ter uma frota de 04 caminhões com capacidade de 6,5 ton/volume, e uma unidade de reserva ( $k = 1$ ). O município possui, atualmente, uma frota de 03 caminhões. Assim, ou a quantidade de resíduo gerada no município não é totalmente recolhida, ou os caminhões transportam uma quantidade de resíduos que excede a capacidade do veículo, pois estes fazem apenas uma viagem por dia até o sistema de destino final dos resíduos, o que pode ser a causa de quebras frequentes dos veículos e um desgaste excessivo dos pneus. Em visita ao almoxarifado da Prefeitura, onde os caminhões ficam estacionados, pôde-se perceber que estavam faltando “pedaços” dos pneus, provavelmente devido ao excesso de peso, além da má conservação da estrada de acesso ao aterro.

#### **4.2.2 Coleta de lixo em feiras livres**

A coleta de lixo em feiras livres é efetuada sempre após o término das mesmas, sendo que após a feira livre do domingo, um único funcionário da prefeitura é o responsável da execução da mesma. Nas demais feiras (feira do produtor, realizada 2 vezes por semana à noite), 2 funcionários da prefeitura se encarregam de executar o serviço de limpeza.

Para este serviço, os funcionários usam como equipamentos carrinhos de mão, pás e vassouras. O destino deste material coletado é o lixão.

#### **4.2.3 Coleta de resíduos sólidos industriais**

A prefeitura não executa este tipo de serviço, sendo a própria empresa responsável por fazer o recolhimento e dar destino final às sobras da sua produção.

#### **4.2.4 Coleta dos resíduos de varrição e de podas de árvores**

O sistema de varrição no município é efetuado por um número de 19 funcionários, que trabalham em período integral, de segunda à sexta-feira. Os funcionários contam com os seguintes instrumentos: vassoura, escovão, carrinho de mão, pá e sacos plásticos.

Esta equipe é administrada por uma pessoa encarregada de distribuir os roteiros para os funcionários e resolver os problemas que eventualmente aparecem, tais como: reposição de materiais e conserto dos carrinhos.

A coleta do material da varrição é efetuada diariamente em todos os bairros onde há pavimentação por uma equipe composta por 03 pessoas, um trator e uma carreta, que percorre todos os pontos previamente demarcados onde o material varrido é depositado, e posteriormente é levado ao aterro.

A coleta dos resíduos de podas de árvores também é realizada de segunda à sexta-feira. Este trabalho é feito por uma equipe de 4 funcionários e um caminhão. Após o caminhão atingir a sua capacidade estes resíduos seguem para o aterro onde são depositados. A Figura 6 mostra esses resíduos sendo coletados.



**Figura 6 : Resíduos de podas de árvores sendo coletados**

#### **4.2.5 Coleta de resíduos de construção e de molição**

Em relação a este tipo de material, a prefeitura executa este serviço sempre quando há necessidade ou quando é solicitada. Para realizar este trabalho, é disponibilizada uma equipe composta por 03 pessoas, um caminhão caçamba e uma pá carregadeira. Há também na cidade uma empresa particular que presta esse serviço.

Segundo informações da prefeitura, são coletadas em média 32 ton/dia de entulho. Geralmente, esse material, após, recolhido é depositado em uma área próxima à cidade, e quando necessário é utilizado no aterro de valas (erosões). A Figura 7 mostra os resíduos de

construção e demolição à espera de serem recolhidos. Esta forma inadequada de acondicionamento destes resíduos sobre as calçadas e ruas, atrapalha o movimento dos pedestres, além de poder ocasionar acidentes, principalmente à noite, onde a visibilidade fica reduzida.



**Figura 7: resíduos de construção e demolição**

O entulho é um resíduo de grande volume, que ocupa, portanto, muito espaço nos aterros; seu transporte, em função não só do volume mas do peso, torna-se caro. A reciclagem e o reaproveitamento do entulho é, portanto, de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração deste tipo de resíduo.

Segundo Angulo (2005), no Brasil os resíduos de construção e demolição (RCD) representam 50% da massa de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo fundamental a reciclagem da fração de origem mineral, pois representa 90% da massa desse resíduo.

De acordo com o mesmo autor, apesar da reciclagem desse tipo de resíduo ser bem antiga, um documento da união européia descreve que apenas 25% dos RCD são reutilizados ou reciclados, apesar de seu grande potencial de reutilização. Existem países na Europa com índices de reciclagem de até 90% como Dinamarca, Bélgica e Holanda. No Brasil, a reciclagem de toda a fração mineral do RCD como agregados ocupa cerca de 20% do mercado de produtos à base de cimento.

Assim o emprego dos agregados reciclados provenientes da fração mineral do RCD em concretos é importante para ampliar mercado e gerar produtos de maior valor, contribuindo para o aumento dos índices de reciclagem.



A reciclagem pode ser mais barata do que a disposição dos rejeitos, além de ter o potencial de tornar o preço de uma obra mais convidativo (ECONOCENTER, 2007):

- a) Para a administração municipal, este custo está aproximadamente em torno de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem signifique 25% desse custo;
- b) A produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais;
- c) A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada.

Em Londrina-Pr, por exemplo, em 1994 foi inaugurada a Central de Moagem de Entulhos, sendo a primeira cidade do Paraná a dar este passo.

A Central iniciou sua produção com mais de 1.000 tijolos/dia destinados à construção de casas populares, e estes são produzidos até hoje. Além do reaproveitamento, os pontos de despejos de entulho detectados no município foram praticamente extintos. Hoje do total de toneladas de resíduos que chegam à Central, cerca de 10% a 15% delas são processadas e viram brita e o restante é reaproveitado em pavimentações diversas, como calçamento de praças e logradouros públicos.

### **3.3 Programa de coleta seletiva de Mandaguari**

O programa de coleta seletiva de Mandaguari implantado este ano conta com o apoio da Prefeitura Municipal, da Caixa Econômica Federal e da agência Regional de Desenvolvimento (ARD).

Os recursos investidos, no valor de R\$ 90.000,00, foram provenientes do Orçamento Geral da União (OGU) e do Programa de Gestão de Recursos Hídricos da Agência Nacional das Águas (ANA), e são repassados pela Caixa Econômica Federal.

Para a realização deste trabalho a prefeitura cedeu dois funcionários, e foi organizada uma associação dos catadores -ACAMAN- na qual atualmente participam 37 pessoas. No início do

programa a Prefeitura realizou uma campanha de conscientização sobre a importância da separação do lixo reciclável através de *spots* nas rádios, e materiais educativos impressos que foram entregues nas casas e nas escolas.

O programa de coleta seletiva é de caráter sócio ambiental, pois foi implantado para atacar a questão dos catadores de lixo, e para desenvolver a educação ambiental voltada para a questão da coleta seletiva do lixo, reciclagem e a redução da geração de lixo. A retirada de parte dos catadores do lixão representou uma melhoria significativa na qualidade de vida destes catadores. A Figura 8 mostra um dos catadores realizando o seu trabalho.



**Figura 8: Catador com seu carrinho**

Todos os resíduos coletados na cidade por estes catadores seguem para um barracão, cuja a área é de 300 m<sup>2</sup>. A Figura 9 mostra o barracão e os fardos de resíduos de papel.



**Figura 9: Barracão da ACAMAN**

Recentemente a entidade adquiriu um carrinho para o transporte do material recebido, um elevador para os fardos e alguns carrinhos que foram repassados aos associados para a realização de seus trabalhos.

Segundo o gerente do barracão, a média de recebimento é de 22 toneladas por mês e, segundo o mesmo representa cerca de 20% do total de resíduos gerados na cidade passíveis de serem reciclados, gerando uma renda mensal de R\$350,00 a R\$400,00 para cada associado. A Figura 10 mostra as garrafas PET separadas no barracão.



**Figura 10: Garrafas PET separadas no barracão**

Em entrevista com alguns catadores no barracão, estes disseram que as suas rendas melhorariam muito se toda a população separasse adequadamente os resíduos recicláveis. Nos primeiros meses da implantação do programa, os catadores passavam de porta em porta, mas ficaram desmotivados pelo fato de grande parte da população não ter aderido ao programa.

Fazendo uma comparação da quantidade de resíduos gerados no município e da quantidade de resíduos recicláveis recebidos mensalmente pelo barracão, com a composição média do lixo no Brasil (Tabela 1), conclui-se que as 22 toneladas coletadas pela associação representam aproximadamente 11% do total de resíduos recicláveis produzidos no município.

Em visita às principais escolas do município foi verificado que apenas no início do programa de coleta seletiva foi comentado sobre a questão dos resíduos sólidos. Apenas em uma escola (particular) haviam cestos de reciclagem de lixo, mas foram retirados, pois os alunos não estavam separando corretamente os resíduos. Nas lanchonetes e restaurantes foi verificado

que apenas as latas de alumínio são separadas e vendidas pelos próprios funcionários dos estabelecimentos.

Como visto no decorrer do trabalho, apesar de satisfatória a coleta de lixo domiciliar efetuada pelos funcionários da Prefeitura e da existência de uma associação de catadores, ainda há muito que se fazer no que diz respeito à responsabilidade dos cidadãos quanto ao acondicionamento e separação adequada do lixo. Isto pode ser verificado pelo fato de haver resíduos depositados próximos à linha férrea, em muitos terrenos baldios, e pelo fato de que aproximadamente 89% dos resíduos passíveis de serem reciclados, ainda estarem sendo depositados no aterro.

Nesse contexto a educação ambiental, juntamente com medidas administrativas que viabilizem a coleta e escoamento de materiais recicláveis, tornam-se necessárias para amenizar os efeitos nocivos da grande quantidade de resíduos de todas as origens que são depositados diariamente no “lixão”.

A coleta seletiva do ponto de vista ambiental, social e ecológico é perfeitamente viável, mas é fundamental que a administração municipal discuta com a sociedade o custo/benefício desta ação, fator necessário para que esta atividade não seja interrompida ocasionando a grave e tão conhecida descontinuidade administrativa.

Em Maringá-Pr, por exemplo, onde há uma Cooperativa de Seleção de Materiais Recicláveis e Prestação de Serviços-COOPERMARINGÁ-, houve um incremento na coleta dos recicláveis devido principalmente à melhoria de organização da cooperativa, que se fortaleceu com o apoio e assessoria da Prefeitura, que viabilizou a estrutura operacional para a realização desse serviço. O trabalho educativo que a assessoria desenvolveu junto à população, no sentido de envolver os cidadãos em um processo de cooperação e solidariedade, transformou-os em agentes multiplicadores do programa, o que favoreceu para o êxito da coleta seletiva no município.

Esse trabalho de educação ambiental deve ser desenvolvido assiduamente em toda a comunidade. A participação da rede de ensino é de fundamental importância, uma vez que o objetivo é triplicado, pois os alunos educados ambientalmente levam os ensinamentos para seus lares esclarecendo e incentivando os pais e irmãos a atuarem como parceiros no projeto de coleta.

Uma das formas mais promissoras de pensar a função educativa da escola é induzir ações concretas que possibilitem ao jovem a aquisição de conhecimentos e valores e a formação de atitudes sociais que sustentem sua progressiva inserção nas práticas sociais. É oportuno, portanto, criar na escola espaços culturais para a realização de ações, de diferentes tipos voltados para a educação ambiental, uma vez que a ação humana tem de particular o fato de ser o processo em que um saber prévio - projeto - se materializa num resultado - produto - cujo saber pode ser reaproveitado pelo(s) seu(s) autor (es) permitindo-lhes a reformulação daquele saber prévio. É essa particularidade da ação humana que faz dela a fonte primeira de conhecimento e o lugar privilegiado de formação de atitudes sociais. (Meio Ambiente, Cidadania e Educação, 1998).

Barros Júnior (2000) salienta que “uma comunicação cuidadosa e clara com a comunidade é vital para qualquer programa de coleta seletiva”. Se o processo de planejamento estimular a participação pública, a comunidade provavelmente terá uma identificação com o programa de reciclagem proposto, bem antes que ele se inicie de fato. Um dos princípios básicos da educação ambiental sobre os resíduos é o conceito dos três ‘Rs’: reduzir, reutilizar e reciclar.

Um plano de educação ambiental poderá seguir as seguintes etapas:

- a) Com o apoio de órgãos da Administração Municipal devem ser criadas equipes formadas de funcionários e pessoas voluntárias que organizarão campanhas com finalidade de apresentar ao público alvo a situação atual do ambiente no município, enfocando os pontos de maior agressão à natureza, procurando sensibilizar, informar e conscientizar as pessoas quanto à necessidade de se preservar o ambiente para se ter uma melhor qualidade de vida, e também o quanto a vida dos catadores pode melhorar se toda a população separar adequadamente os resíduos;
- b) Promover reuniões com diretores dos estabelecimentos de ensino, Presidentes dos Conselhos Municipais, Clubes de Serviços, responsáveis pela limpeza pública do município, e palestras de educação ambiental nas escolas para alunos e pais, utilizando material audiovisual como *slides*, cartazes e folders;
- c) Incentivar a participação de proprietários de estabelecimentos como restaurantes, lanchonetes, onde há uma grande concentração de resíduos para que façam à coleta seletiva. Poderiam ser instalados pela prefeitura, nesses locais, cestos para os diversos tipos de materiais recicláveis;

- d) Poderiam também ser instalados pontos de entrega voluntária (PEVs) nos principais bairros, sendo a renda destes, revertida entre os catadores da associação.

Esse trabalho deve focar os seguintes temas:

- a) O que é educação ambiental;
- b) O que é qualidade de vida;
- c) O que é recurso natural renovável;
- d) O que é separação, coleta seletiva e reciclagem;
- e) Quais são as consequências que um lixo mal conduzido pode causar.

### **3.4 Disposição Final dos Resíduos Sólidos**

Todo material coletado pela prefeitura segue para um aterro localizado na Estrada da Promessa, estando aproximadamente a 10 km da cidade. Esta área ocupa um espaço de 121.000 m<sup>2</sup>, sendo o acesso livre pois o local não é cercado.

Este aterro foi inaugurado no ano de 2001, e a intenção inicial era investir em um projeto de aterro sanitário elaborado em 1999.

Para aterros que recebem resíduos de populações acima de 30 mil habitantes, como é o caso de Mandaguari, é desejável que o mesmo possua muro ou cerca limítrofe, sistema de controle de entrada de resíduos, como balança rodoviária, guarita de entrada, prédio administrativo, entre outros elementos.

A operação segura de um aterro sanitário envolve empilhar e compactar os resíduos sólidos e cobri-lo diariamente com uma camada de solo. A compactação tem como objetivo reduzir a área disponível prolongando a vida útil do aterro, ao mesmo tempo que o propicia a firmeza do terreno possibilitando seu uso futuro para outros fins. A cobertura diária do solo evita que os resíduos permaneçam a céu aberto, com possível contato com animais (pássaros) e sujeito a chuva, e também para diminuir a liberação de gases mal cheirosos, bem como a disseminação de doenças (WIKIPÉDIA, 2007).

Como foi observado em visita ao local, nenhuma das características de um aterro sanitário foi encontrada. Todos os resíduos gerados na cidade estão sendo depositados de forma irregular

sem o procedimento operacional de um aterro sanitário. À esta forma de disposição dos resíduos se dá o nome “lixão a céu aberto”.

Quando inaugurado, o local era todo cercado e possuía um prédio administrativo, onde deveriam trabalhar as pessoas responsáveis pelo aterro, mas que foi abandonado (Figura 11). Havia também um trator esteira que a prefeitura mantinha no local e um operador para espalhar o lixo e cobri-lo de terra. Mas pelo fato deste trator estar em manutenção há alguns meses, espera-se o preenchimento das valas que são previamente abertas, e um outro trator esteira destinado a outros trabalhos, realiza o trabalho de enterro.



**Figura 11: prédio administrativo do aterro atualmente**

A Figura 12 mostra a forma inadequada de como os resíduos estão sendo depositados.



**Figura 12: Resíduos depositados no aterro**



Segundo Azevedo (2001), o único fator considerado positivo de um lixão é o menor custo em relação às outras formas de tratamento e disposição dos resíduos sólidos, sendo este, talvez o principal e único motivo que leva a sua larga utilização desta forma inadequada de se dispor os resíduos sólidos urbanos, provocando, com esta prática, uma série de impactos condenáveis do ponto de vista ambiental, sanitário e de saúde pública. A Figura 13 mostra o caminhão coletor descarregando no aterro.



**Figura 13 : Caminhão descarregando no aterro**

Como foi visto na revisão bibliográfica, o custo de operação de um aterro sanitário fica em torno de R\$ 6,00 por habitante/ano, além do custo do sistema de coleta e do custo de implantação do aterro. Sendo assim, para a cidade de Mandaguari-Pr cuja população urbana é de 29.784 habitantes (Tabela 4) o custo anual de operação seria de aproximadamente R\$180.000,00. Também foi visto que se comparando os custos de implantação de uma UTC e aterro sanitário de rejeitos com a solução de aterro sanitário exclusivamente, nos primeiros dois anos o custo de implantação e operação da primeira opção seria maior. Entretanto, a partir do terceiro ano, a situação se inverteria, pois a segunda opção apresentaria um custo operacional maior.

Sendo assim, a implantação de uma UTC seria uma boa alternativa para a minimização dos riscos ambientais ocasionados pela forma de disposição dos resíduos atualmente no “aterro”, aumentando a sua vida útil, além de gerar empregos.

O local de instalação dessa usina poderia ser a atual área do aterro, pois como foi visto, no local há um prédio inacabado, que após uma reforma, poderia abrigar o escritório, os banheiros, o galpão para a recepção e triagem dos materiais. O aterro dos rejeitos, pelo fato de



receber pouca matéria orgânica, teria um sistema de captação e tratamento de gases e lixiviados (chorume) simplificados.

### **3.5 Coleta de materiais recicláveis por catadores no aterro**

O município de Mandaguari produz aproximadamente 23 toneladas de lixo por dia, e cerca de 89% dos materiais passíveis de serem reciclados seguem para o aterro.

Diante deste fato, é inevitável que não haja a coleta deste resíduo reciclável no aterro. Há cerca de 15 pessoas que trabalham nesta atividade, sendo que, na maioria dos casos é a única fonte de renda familiar. Estas pessoas se submetem ao forte odor produzido pela decomposição do lixo, sol, chuva, insetos, etc.

Segundo um dos catadores, ao ser perguntado o motivo pelo qual as pessoas que ali trabalham não participam do programa de coleta seletiva do município, este respondeu que é pelo fato de que cada catador recebe em média R\$ 250,00 por semana com a venda de seus materiais (cerca de três vezes a mais do que os catadores participantes da associação). A Figura 14 mostra os catadores coletando materiais recicláveis no aterro.



**Figura 14: catadores trabalhando no aterro**

## 4 CONCLUSÃO

A adequada destinação dos resíduos sólidos urbanos é um dos grandes problemas das administrações municipais. A separação prévia, a coleta diferenciada, a reciclagem, a compostagem e o destino final adequado, são soluções que procuram aperfeiçoar o sistema de coleta, minimizar os efeitos maléficos que uma disposição inadequada de lixo pode causar ao meio ambiente, diminuir a extração de matéria-prima, e ainda proporcionar uma atividade que gera renda e trabalho as famílias dos catadores.

A educação ambiental é um fator essencial para um programa de coleta seletiva. Para que haja uma grande participação da população não se deve poupar esforços de forma que se consiga uma sensibilização do maior número de pessoas. Para que seja eficaz, um programa de educação ambiental deve ser freqüente e continuado. Em Mandaguari já existe um programa de coleta seletiva, mas é essencial um trabalho contínuo de motivação, para que a população colabore separando corretamente os resíduos, pois como foi visto, a maior parte dos resíduos recicláveis ainda está sendo depositada no aterro. A conscientização das pessoas não ocorre em curto prazo, pois diz respeito à mudança de hábitos que estão incorporados a um certo tempo no dia a dia.

Com relação à frota de caminhões da coleta foi verificada a necessidade de aumento da quantidade de unidades, de três para quatro, além de um para a reserva técnica. Com a frota atual ou a quantidade de resíduo gerada no município não é totalmente recolhida, ou os caminhões transportam uma quantidade de resíduos que excede a capacidade do veículo.

Sobre os resíduos de construção e demolição, foi verificado em alguns pontos o acondicionamento inadequado destes sobre as calçadas e ruas, o que atrapalha o movimento dos pedestres, além de ser um risco, pois pode ocasionar acidentes. A reciclagem e o reaproveitamento da fração de origem mineral do entulho são de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração deste tipo de resíduo, além de diminuir os custos de disposição e de tornar menor o preço de uma obra.

Com relação à disposição final, apesar de ter sido elaborado um projeto de aterro sanitário, os resíduos estão sendo depositados a céu aberto. Esta situação pode ser devida à falta de recursos financeiros, à falta de uma decisão firme dos administradores do município de implementar tal projeto, ou, muito provavelmente, à uma combinação destes dois fatores.

Como esses resíduos estão sendo depositados de forma inadequada uma alternativa para amenizar o problema seria uma unidade de triagem e compostagem com aterro de rejeitos, que além de gerar maior renda aos catadores, reduziria a quantidade de resíduos depositados, conseqüentemente diminuindo a agressão ao meio ambiente, e daria a oportunidade de emprego a muitas outras pessoas. Esta usina poderia ser instalada no próprio local onde os resíduos vêm sendo depositados, pois neste há instalações, que após uma reforma poderia abrigar a usina, sendo o aterro de rejeitos simplificado pois receberia pouca matéria orgânica.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Bidone; POVINELLI, F.R.J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC-USP, 1999.
- ANGELIS NETO, G. **As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá-PR**. Tese (doutorado em Engenharia Sc.). São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1999.
- ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos..** Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. São Paulo, 2005.
- ARAÚJO V. S. **Gestão de Resíduos Especiais em Universidades**. Estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos. Dissertação-Engenharia Urbana. São Carlos: Campus de São Carlos, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 12980. **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- AZEVEDO, M. A., HELLER, L., SCHALCH, V. **Avaliação do potencial de risco para a avaliação inadequada dos resíduos sólidos**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, 2001.
- BARROS JÚNIOR, C. **Os resíduos sólidos urbanos na cidade de Maringá-PR- um modelo de gestão**. Tese (doutorado em Engenharia Química). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002.
- BARROS, R. T. V. **Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

- BIDONE, F. R. A. e POVINELLI Jurandy. **Conceitos Básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: Edição EESC-USP, 1999.
- CAVO. **Serviços e Meio Ambiente S.A.** Disponível em: <http://www.cavo.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2007.
- CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL-CDCC. **Material de apoio**. São Paulo: Universidade de São Paulo. Disponível em: [http://www.educar.sc.usp.br/biologia/textos/m\\_a\\_txt10.htm](http://www.educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt10.htm). Acesso em: 22 ago. 2007.
- CHAPADÃO DO CÉU. **Programa de Reciclagem e compostagem do lixo urbano**. Disponível em: [http://www.chapadaodoceu.go.gov.br/2003premioSebrae/Premio\\_SEBRAE.htm](http://www.chapadaodoceu.go.gov.br/2003premioSebrae/Premio_SEBRAE.htm). Acesso em: 14 ago. 2007.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções do Conama**: Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos, nº 05, de 05/08/93. Brasília, SEMA, 1993.
- ECONOCENTER. **Como proceder corretamente o lixo a ser depositado**. Disponível em: <http://www.econocenter.com.br/reciclagem/entulho.htm>. Acesso em 25 ago. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Limpeza Urbana e Coleta do Lixo**. Rio de Janeiro: PNSB 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2007.
- JORNAL NACIONAL. **Reportagem: Os benefícios da reciclagem**. Exibição: 05 jun. 2007. Disponível em: <http://www.globo.com/jornalnacional>. Acesso em: 06 jun. 2007.
- KUBOTA, I. ASSIS, T.R.T. **Tratamento e disposição final dos resíduos**. Monografia (Especialização em Saneamento). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1981.
- MEIO Ambiente, cidadania e educação. **Desenvolvimento ambiental**. Campinas: Tetra Pak, 1998.
- MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), 2001.

- MANSUR, A. M., OBLADEN, N. L., SANTOS, A. S. **Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos**. Curitiba: Instituto de Tecnologia Apropriado ao Homem, 1981.
- PEIXOTO, R. T. G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR, 1988.
- PELLEGRINO, S. A. C. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte: Sistematização de Diretrizes e Procedimentos**. Dissertação ( Pós-Graduação em Engenharia Ambiental). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003.
- PERFIL do Município de Mandaguari. **Parceria para o município**. Mandaguari, 1999.
- PINTO, M. S. **Coleta e disposição do lixo no Brasil**. Rio de Janeiro: fundação Getúlio Vargas, 1979.
- PREFEITURA Municipal de Mandaguari. **Site do Município**. Disponível em: <http://www.mandaguari.pr.gov.br>. Acesso em: 10 mai. 2007.
- SANTOS, C.L.F. **Mobilização Social para a Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos: um estudo das atitudes das donas-de-casa de Cel Xavier Chaves**. In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, 2006.
- SAPATA, S. M. M. **Estudo da viabilização técnica dos resíduos sólidos urbanos do Município de Maringá**. Maringá, 1999.
- SCHNEIDER, V.E, REGO, R.C.E., CALDART V. e ORLANDIN S. M. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Saúde**. São Paulo: Balieiro, 2001.
- SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL. **Manual de Coleta Seletiva**. Governo do Estado do Paraná- SEMA. Curitiba: SUDERHSA, 1999.
- WIKIPÉDIA. **Aterro sanitário**. Disponível em: <http://www.wikipedia.org.br>. Acesso em: 20 ago. 2007.