



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química**

**FABIANA SARTORI MAGAGNIN FRANCISCO**

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO  
INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

**Florianópolis,  
Abril de 2009**



**FABIANA SARTORI MAGAGNIN FRANCISCO**

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO  
INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química.

**Orientador:**  
Prof. Dr. Humberto Gracher Riella

**Florianópolis  
Abril de 2009**



## Folha de aprovação



*À minha filha, Isadora, que está prestes a nascer,  
mas já é fonte de inspiração e de força.*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para concluir esta etapa importante de minha vida.

Agradeço a minha família: meus pais, Édio e Anadir, minha irmã, Renata, e meu marido, Aislan, pelo apoio, incentivo e compreensão para execução deste trabalho.

Agradeço ao professor Humberto G. Riella pela orientação e ajuda na realização e entendimento dos diversos assuntos relacionados ao tema de estudo.

Agradeço ao funcionário do departamento da pós-graduação, Edevilson Silva, pela importante ajuda na conclusão e entrega deste trabalho.

Agradeço aos professores: Antônio Augusto Ulson de Sousa, Elídio Angioletto e Elita Urano de Carvalho Frajndlich, que aceitaram participar de minha banca, mesmo com pouco tempo de antecedência.

Agradeço aos funcionários das prefeituras de Turvo e Maracajá pela atenção e informações prontamente fornecidas.

Agradeço aos meus amigos pelas palavras de apoio e incentivo e pela compreensão nos momentos de ansiedade e nervosismo.

Enfim, agradeço a todos, que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.



## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de analisar as questões relativas aos resíduos sólidos urbanos, desde sua geração até sua disposição final, nos municípios brasileiros e obter subsídios que permitam propor uma forma de gerenciar adequadamente tais resíduos. As definições e classificações relativas aos resíduos sólidos urbanos, foram abordadas, bem como as possibilidades de coleta, tratamento e disposição final destes. Foi possível também avaliar a importância das políticas públicas voltadas ao meio ambiente, pois além da questão ambiental, as questões sociais e econômicas também são favorecidas. Este trabalho propõe uma abordagem que inter-relaciona o tratamento dos resíduos sólidos urbanos com o campo físico, econômico e sociológico de forma a estabelecer uma relação direta destes parâmetros com o desenvolvimento tecnológico e pesquisa aplicada ao gerenciamento do lixo. A análise dos dados mostra, também, que qualquer plano de gerenciamento de resíduos deve estar baseado na educação e instrução da população, e é o empenho e dedicação das pessoas que determinarão o sucesso do projeto.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos urbanos, Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.



## **ABSTRACT**

This work was developed in order to examine questions concerning to the municipal solid waste from its generation to its final disposal in Brazilian municipalities and obtain allowances to propose a way to properly manage such waste. The definitions and classifications relating to municipal solid waste were discussed, as well as possibilities for the collection, treatment and their final provisions. It was also possible to evaluate the importance of public policies on the environment, because in addition to environmental and social issues, the economic issues are also favored. This paper proposes an approach that interrelates the treatment of municipal solid waste to the entire physical, economic and sociological form of establishing a direct relationship between these parameters and the technological development, and applied research in waste management. The analysis also shows that any plan of waste management should be based on education of the population, and the commitment and dedication of the people who determine the success of the project.

**Keywords:** Urban solid waste, Urban solid waste management.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática das fases do planejamento de um sistema de gestão ambiental.....	29
<b>Figura 2</b> – O ciclo termodinâmico essencial dos processos econômicos .....	53
<b>Figura 3</b> - Padrões de cores utilizadas para coleta seletiva dos resíduos, baseadas na cor. ....	58
<b>Figura 4</b> - Embalagens retornáveis de refrigerante e cerveja podem ser reutilizadas, após higienização correta.....	60
<b>Figura 5</b> - Exemplos de resíduos recicláveis: latas de alumínio e garrafas descartáveis de refrigerante.....	61
<b>Figura 6</b> - Lixeira com restos orgânicos possíveis de sofrerem processo de compostagem.....	63
<b>Figura 7</b> - Material orgânico sofrendo processo de compostagem.....	63
<b>Figura 8</b> - Composto pronto para ser utilizado como adubo em hortas.	63
<b>Figura 9</b> - Materiais não recicláveis. ....	65
<b>Figura 10</b> - Incinerador.....	65
<b>Figura 11</b> - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um aterro sanitário. ....	67
<b>Figura 12</b> - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um aterro controlado. ....	68
<b>Figura 13</b> - Montanha de lixo disposto a céu aberto, atraindo animais e catadores. ....	69
<b>Figura 14</b> - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um vazadouro a céu aberto (lixão).....	69
<b>Figura 15</b> - Localização dos municípios pertencentes à Associação de Municípios do Extremo Sul Catarinense, no estado de Santa Catarina. ....	71
<b>Figura 16</b> - Localização do aterro sanitário SANTEC Resíduos, no município de Içara-SC. ....	71
<b>Figura 17</b> - Matriz de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos ....	120
<b>Figura 18</b> - Desenho esquemático de uma unidade de trabalho numa usina de valorização de resíduos.....	121
<b>Figura 19</b> - Desenho esquemático do pátio de compostagem aeróbia	123
<b>Figura 20</b> - Desenho esquemático do processo de compostagem anaeróbia.....	123



## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1</b> - Quantidade de resíduos gerados e coletados na macro-regiões do Brasil. ....	40
<b>Tabela 2</b> - Municípios com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por percentual de domicílios com lixo coletado, segundo as Macro-regiões .....	42
<b>Quadro 1</b> - Quantidade diária de resíduos coletada em regiões do mundo. ....	36
<b>Quadro 2</b> - Tipologia e outras características dos RSU coletados em grupos de países, classificados por faixas de renda da população. ....	38
<b>Quadro 3</b> - Tempo que a natureza leva para biodegradar alguns materiais. ....	45
<b>Quadro 4</b> - Classificação dos resíduos sólidos considerando os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. ....	46
<b>Quadro 5</b> - Responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, baseando-se no tipo. ....	49
<b>Quadro 6</b> - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Turvo durante fase de implantação do projeto de gerenciamento dos resíduos urbanos. ....	74
<b>Quadro 7</b> - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Turvo atualmente. ....	75
<b>Quadro 8</b> - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente na época de implantação do projeto de coleta seletiva. ....	78
<b>Quadro 9</b> - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Maracajá atualmente. ....	79
<b>Quadro 10</b> - Ítens que o Manual de operação, ou plano operacional de um aterro sanitário deve conter. ....	119



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AMESC	Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CADIN	Cadastro de Inadimplentes
CAUC	cadastro Único das Exigências
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CIS	Comunidade dos Estados Independentes
CND	Certidão Negativa de Débito
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CRP	Certificado de Regularidade Previdenciária
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPT	Instituto de pesquisas Tecnológicas
IPTU	Imposto Territorial de Terreno Urbano
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LEV	Locais de Entrega Voluntária
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PGIRS	Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PPA	Plano Plurianual
RE	Resíduos Especiais
RI	Resíduos Industriais
RIDE	Regiões Integradas de Desenvolvimento Econômico
RSS	Resíduos do Serviço da Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SIAF	Sistema Integrado de Administração Financeira

SVS  
UFSC

Secretaria de Vigilância da Saúde  
Universidade Federal de Santa Catarina

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO I

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
-------------------------	-----------

## CAPÍTULO II

<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>30</b>
2.1 Objetivo Geral .....	30
2.2 Objetivos Específicos .....	30

## CAPÍTULO III

<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Do Consumo ao Consumismo .....	31
3.2 Enfrentado a Explosão Urbana .....	32
3.3 A Questão dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	33
3.4 O Papel da Tecnologia Sob a Ótica do Ecodesenvolvimento .....	33

## CAPÍTULO IV

<b>ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>35</b>
4.1 Histórico dos resíduos .....	35
4.2 Resíduos no Mundo .....	36
4.3 Os Resíduos no Brasil .....	40

## CAPÍTULO V

<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b> .....	<b>44</b>
5.1 Definições dos resíduos sólidos .....	44
5.1 Classificação dos resíduos sólidos .....	45

## CAPÍTULO VI

<b>RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)</b> .....	<b>50</b>
6.1 Considerações sobre os fatores limitantes da reciclagem de RSU .	51

6.2	Parâmetros de ordem física .....	51
6.3	Parâmetros de ordem econômica e sociológica da reciclagem.....	53
6.4	Aspectos importantes para uma abordagem sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.....	57
6.5	Coleta dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	57
6.6	Tratamento dos resíduos sólidos urbanos .....	59
6.7	Reutilização .....	59
6.8	Reciclagem .....	60
6.9	Compostagem .....	62
6.10	Tratamentos térmicos .....	64
6.11	Disposição final dos resíduos.....	65
6.12	Aterro Sanitário .....	66
6.13	Aterro controlado .....	67
6.14	Lixão ou vazadouro a céu aberto .....	68

## **CAPÍTULO VII**

<b>PARTE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>70</b>
7.1 Cidade de Turvo-SC .....	72
7.1.1 Histórico da situação dos resíduos na cidade de Turvo.....	72
7.1.2 Situação atual dos resíduos na cidade de Turvo .....	74
7.2 Cidade de Maracajá - SC .....	76
7.2.1 Histórico da situação dos resíduos na cidade de Maracajá .....	76
7.2.2- Situação Atual dos Resíduos na Cidade de Maracajá.....	78

## **CAPÍTULO VIII**

<b>PROPOSTA.....</b>	<b>81</b>
8.1 Critérios .....	82
8.1.1 Critérios de enquadramento do município .....	82
8.1.2 Critérios de prioridade de apoio .....	82
8.2 Objetos financiáveis, pré-requisitos e normas .....	83
8.2.1 Itens financiáveis.....	83
8.2.2 Pré-requisitos para implantação de obras de aterro sanitário .....	84
8.2.3 Pré-requisitos para implantação de unidades de tratamento.....	84
8.2.4 Pré-requisitos para implantação de sistema de coleta.....	85
8.2.4.1 Coleta seletiva .....	86
8.2.4.2 Coleta convencional.....	86

8.2.5 Pré-requisitos para aquisição de equipamentos para operação de aterro sanitário.....	87
8.2.6 Pré-Requisitos para implantação de galpão para separação de resíduos destinados a catadores.....	87
8.2.7 Normas e resoluções a serem observadas .....	88
8.2.7.1 Normas técnicas a serem observadas.....	88
8.2.7.2 Resoluções a serem observadas.....	89
8.3 Componentes e despesas não financiáveis .....	90
8.3.1 Componentes não financiáveis.....	90
8.3.2 Despesas não financiáveis.....	90
8.4 Documentação necessária à formalização de convênios.....	91
8.4.1 Ofício de encaminhamento.....	91
8.4.2 Plano de trabalho.....	91
8.4.3 Formulário situacional.....	91
8.4.4 Declaração de contrapartida .....	92
8.4.5 Declaração de atendimento à lei de diretrizes orçamentárias.....	92
8.4.6 Documentos do representante do Prefeito/Governador.....	92
8.4.7 Informações sobre a Presidência da Câmara de Vereadores ou da Assembléia Legislativa do Estado .....	92
8.4.8 Documentação institucional permanente .....	92
8.4.9 Documentação institucional vencível .....	93
8.4.10 Relação de documentação necessária para a Inclusão no Cadastro Único das Exigências – CAUC .....	94
8.4.11 Documentação Complementar.....	95
8.5 Projeto básico de engenharia .....	96
8.5.1 Considerações gerais.....	96
8.5.2 Componentes do Projeto .....	96
8.5.2.1 Plantas.....	96
8.5.2.2 Memorial Descritivo .....	98
8.5.2.3 Memória de Cálculo.....	98
8.5.2.4 Planilha Orçamentária .....	98
8.5.2.5 Cronograma de execução físico-financeira .....	99
8.5.2.6 Registro Fotográfico .....	99
8.6 Orientação para Elaboração do Projeto de Aterro Sanitário.....	100
8.6.1 Pré-requisitos para escolha de área adequada para implantação de aterro sanitário relativos a (ao):.....	100
8.6.2 Caracterização geral da área .....	102
8.6.2.1 Características bióticas e sócio-econômicas.....	102
8.6.2.2 Características Climatológicas .....	102

8.6.2.3	Características Geomorfológicas e Dinâmica Superficial ....	102
8.6.2.4	Recursos Hídricos.....	102
8.6.2.5	Características Geológico-Geotécnicas .....	103
8.6.3	Descrição do Projeto .....	104
8.6.3.1	Estimativas de Quantidade de Lixo Gerado .....	104
8.6.3.2	Composição física percentual (média) dos diversos tipos de Resíduos Sólidos Urbanos .....	104
8.6.3.3	Distribuição dos Resíduos Sólidos Urbanos por categoria (% do total).....	105
8.6.3.4	Concepção das Etapas Construtivas .....	105
8.6.3.5	Dimensionamento do Sistema Viário Interno .....	105
8.6.3.6	Dimensionamento da Movimentação de Terra .....	105
8.6.3.7	Sistema de Impermeabilização do Aterro .....	105
8.6.3.8	Sistema de Drenagem de Percolados .....	106
8.6.3.9	Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados.....	106
8.6.3.10	Sistema de Drenagem de Gases .....	106
8.6.3.11	Sistema de Drenagem de Águas Pluviais.....	106
8.6.3.12	Sistema de Cobertura Diária dos resíduos.....	107
8.6.3.13	Sistema de Cobertura Final do Aterro .....	107
8.6.3.14	Sistema de Monitoramento das Águas Subterrâneas e Superficiais.....	107
8.6.3.15	Dimensionamento dos Equipamentos .....	107
8.6.3.16	Edificações .....	108
8.6.4	Planilha orçamentária.....	108
8.6.4.1	Itens a serem considerados na planilha orçamentária para Aterro Sanitário:.....	108
8.6.4.2	Itens que podem ser considerados na planilha orçamentária para demais obras .....	109
8.7	Roteiro para elaboração do plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos .....	109
8.7.1	Objetivos do plano.....	109
8.7.2	Escopo básico .....	109
8.7.3	Diagnóstico da situação atual.....	110
8.7.4	Caracterização do município.....	110
8.7.5	Caracterização dos resíduos.....	110
8.7.5.1	Estimativas de quantidade de lixo gerado.....	110
8.7.5.2	Composição física percentual (média) dos diversos tipos de resíduos sólidos urbanos.....	111

8.7.5.3 Distribuição dos resíduos sólidos urbanos por categoria (% do total).....	111
8.7.6 Aspectos legais .....	111
8.7.7 Estrutura administrativa.....	112
8.7.8 Aspectos operacionais .....	112
8.7.9 Aspectos Sociais .....	114
8.7.10 Estrutura financeira.....	114
8.7.10.1 Remuneração e custeio .....	114
8.7.10.2 Investimentos.....	115
8.7.10.3 Controle de custos .....	115
8.7.11 Educação ambiental e mobilização social .....	115
8.7.12 Propostas existentes .....	115
8.8 Roteiro para elaboração plano de coleta .....	115
8.8.1 Objetivo .....	115
8.8.2 Informações mínimas para o plano de coleta.....	116
8.8.2.1 Diagnóstico da situação atual.....	116
8.8.2.2 Caracterização dos resíduos.....	117
8.8.2.3 Estimativas de quantidade de lixo gerado.....	117
8.8.2.4 Composição física percentual (média) dos diversos tipos de resíduos sólidos urbanos.....	117
8.8.2.5 Distribuição dos resíduos sólidos urbanos por categoria (% do total).....	118
8.8.2.6 Conteúdo .....	118
8.9 Roteiro para elaboração do plano de operação do aterro sanitário	119
8.10 Usina de valorização dos resíduos sólidos urbanos .....	120
<b>9 CONCLUSÃO .....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>128</b>



# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, o desenvolvimento da economia e a busca incessante pela produção de bens de consumo que satisfaçam às vontades da população, tem tido inúmeras conseqüências. Entre as mais importantes, pode-se citar o aumento grandioso na geração de resíduos, e conseqüentemente a criação de um problema que atinge os setores social, econômico, político, técnico e ambiental, seja de entidades públicas ou privadas. Contudo, o desenvolvimento impulsionado pela revolução industrial foi responsável por estruturar uma ciência dividida em parcelas para dar conta desses avanços. Essa divisão e posterior especialização do conhecimento, através da história, fizeram surgir segregações de forma que cada área adotou sua própria linguagem, a qual se tornou compreensível somente para os cientistas e estudiosos específicos de determinada área.

Foi neste cenário de dissociação entre o conjunto de problemas ambientais e os processos de crescimento econômico, populacional, de concentração industrial e urbana que a questão ambiental emergiu. SOUZA (2000) aponta quatro fases históricas distintas na questão ambiental e sua relação com os processos produtivos.

Em sua fase seminal, a evolução da consciência global sobre o meio ambiente e desenvolvimento caracterizou-se pela ênfase na conservação dos recursos e na natureza existencial e estética do meio ambiente. Os problemas ambientais, neste período, não gozavam de nenhuma prioridade para as pessoas, para os governos e para a ciência.

Do início do século XX até o início dos anos 70, a concentração industrial, a urbanização, o crescimento econômico e populacional e o aumento significativo na renda e no consumo, fizeram com que os problemas ambientais associados às atividades produtivas se fizessem sentir de forma generalizada sobre o bem-estar das pessoas. Houve uma massificação da percepção pública e científica sobre a problemática ambiental. Paralelamente, a melhoria nos padrões sanitários e os avanços científicos na área de saúde proporcionaram o controle sobre uma série de causas de mortes e doenças, bem como a identificação mais precisa dos efeitos da poluição e da degradação ambiental sobre a saúde humana.

É a partir da década de 70 que o problema ambiental passa a se caracterizar como um poderoso fator de restrição ao crescimento

econômico e da possível inviabilização do modelo vigente quanto à relação das atividades econômicas com o meio ambiente. A década de 70 representa um marco na forma do mundo compreender a relação do meio ambiente com o desenvolvimento. Tal problema transcende a sua dimensão exclusivamente local e restrita a efeitos presentes sobre o bem-estar, a saúde, as paisagens etc., e ganha dimensões internacionais e implicações sobre o futuro do modelo de desenvolvimento econômico baseado na produção e no consumo intensivos. Em suma, nesta primeira fase de globalização, o problema ambiental é visto como limite ao crescimento. São desse período os principais eventos que marcam este pensamento: Conferência de Estocolmo (1972), os trabalhos do Clube de Roma (1971-1976) e O Relatório Global 2000 para o Presidente (1980).

Neste período, a análise das políticas em meio ambiente subjaz o enfrentamento de crises associadas aos modelos dominantes de desenvolvimento. Entretanto, não havia até então, uma consciência global consolidada de que os problemas ambientais gerados pelo processo de desenvolvimento econômico poderiam afetar irremediavelmente o ecossistema terrestre causando riscos à própria sustentabilidade da vida no planeta e não se admitia que o controle dos problemas ambientais pudesse ser compatível com o processo de desenvolvimento econômico. Estes, ao contrário, eram vistos como antagonicos.

No início da década de 80 estas dimensões dos problemas ambientais passam a ser vistos pela comunidade internacional como risco à humanidade dando início a uma segunda fase de globalização. Nesta fase ocorrem as discussões sobre o efeito estufa, sobre a destruição da camada de ozônio e sobre a importância da biodiversidade. Ou seja, esses temas ampliaram a dimensão internacional dos problemas ambientais, a qual passou a incluir não só efeitos sobre o bem-estar das pessoas e sobre as possibilidades de crescimento futuro em função do esgotamento de recursos, mas também sobre a sustentabilidade do ecossistema terrestre. É uma ampliação importante da visão que se tinha até então a respeito dos problemas ambientais. Buscaram-se, a partir do início dos anos 80 até a segunda metade daquela década, alternativas de conciliação entre o desenvolvimento e a preservação ambiental. Surgem então, na década de 80, basicamente duas abordagens e também dois conceitos para a reconciliação entre desenvolvimento e preservação ambiental: trata-se da idéia de desenvolvimento sustentável e do conceito de codesenvolvimento.

O desenvolvimento sustentável, reportando-se à concepção de desenvolvimento presente no Relatório Brundtland (O Nosso Futuro Comum), corresponde ao modelo hegemônico de desenvolvimento sustentável, denominado por SOUZA (2000) como “desenvolvimento sustentável de mercado” e está em contraposição ao ecodesenvolvimento, que se considera um modelo de desenvolvimento sustentável alternativo.

O paradigma hegemônico do desenvolvimento sustentável de mercado é a concepção normalmente adotada pelos governos e organismos multilaterais (FMI, ONU, BIRD, World Resources Institute, entre outras), bem como na posição da maioria dos governos e nos inúmeros compromissos resultantes de conferências ambientais oficiais, de Estocolmo em 1972 à Eco-92. É fruto da acumulação teórica realizada por estes organismos multilaterais sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente, bem como da formulação de uma nova área disciplinar da economia no âmbito da ciência econômica tradicional, intitulada Economia Ambiental.

O ecodesenvolvimento, cujos princípios gerais não são muito compatíveis com a economia de mercado, é uma versão alternativa do desenvolvimento sustentável e encontra-se mais próximo dos discursos dos movimentos populares, dos movimentos ecologistas e dos intelectuais críticos. Em sua versão crítica, a sustentação teórica do ecodesenvolvimento se baseia na Economia Ecológica (SOUZA, 2000).

No caso dos resíduos gerados pelas residências, os chamados resíduos sólidos urbanos (RSU) estão sob a responsabilidade da administração municipal. É o administrador municipal que determinará o destino destes e é dele a responsabilidade pelas conseqüências de tal destinação. Em todo o mundo, cada cidade administra seus resíduos da forma como achar mais conveniente, já que na maioria dos países, não há legislação que determine a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos.

As principais conseqüências geradas pela disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos estão relacionadas, principalmente à saúde pública e à degradação ambiental. O acúmulo destes resíduos em locais impróprios favorece a proliferação de vetores de doenças, propicia a contaminação das águas subterrâneas e superficiais, além de consistir uma forma inadequada e desumana de se arrecadar fundos pelos catadores, que catam os materiais com algum valor econômico nas montanhas de lixo.

Para GRIPPI (2001), a questão ambiental sofrerá grandes mudanças dentro de um futuro próximo, principalmente na questão do

lixo, pois o aumento crescente das cidades e as mudanças de consumo das pessoas modificaram, tanto a quantidade quanto a qualidade do lixo gerado, além do volume e da composição. É necessário pensar em soluções, já que os espaços físicos para disposição dos descartes estão cada vez mais escassos.

A determinação de um local apropriado para a disposição dos resíduos, ou melhor ainda, a diminuição das quantidades geradas, seja pela adoção de medidas que diminuam a geração ou de medidas que possibilitem o retorno destes ao ciclo econômico, não são tarefas fáceis. Algo se tem feito neste sentido, mas o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a diminuição na geração ou o aproveitamento dos resíduos cresce num ritmo muito menor do que o crescimento da geração destes.

GRIPPI (2001) diz que:

A forma com que uma sociedade trata de seu lixo, dos seus velhos, dos meninos de rua e dos doentes mentais atesta o seu grau de civilização. O tratamento do lixo doméstico, além de ser uma questão com implicações tecnológicas, é antes de tudo uma questão cultural.

A implantação de um gerenciamento adequado de resíduos numa cidade necessita, acima de tudo, de uma população instruída e disposta a participar do processo. Para tal, uma política educacional voltada para toda a massa populacional, principalmente para as crianças, deve ser aplicada.

É importante, segundo GRIPPI (2001), a execução de campanhas de educação ambiental nos bairros, nas escolas, no meio rural, visando inserir as pessoas no contexto ambiental e envolvê-las na solução dos problemas. Talvez a população não participe efetivamente dos projetos devido à desinformação.

O autor diz:

Não pode haver conservação nem preservação ambiental sem educação, pois esta constrói no indivíduo e na coletividade uma consciência de mudança de comportamento e atitudes que visam priorizar o meio ambiente. O homem precisa destas regras muito claras em sua consciência, pois somos predadores ambientais por excelência.

Se toda a população estiver e se sentir instruída, a administração municipal poderá colocar seus projetos de gerenciamento de resíduos

em prática. De acordo com AQUINO et al (2008) é fundamental que cada organização, seja pública ou privada, tenha uma política ambiental bem estruturada, definindo seu escopo global e comprometimento com o meio ambiente. Deve prover uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais. É importante que a organização identifique os aspectos ambientais relevantes, delinear seus objetivos e metas, bem como os programas e procedimentos que serão aplicados para a execução do projeto. Para tanto, o órgão interessado em desenvolver um sistema de gestão ambiental deve seguir algumas fases de planejamento, ilustradas esquematicamente na Figura 1.



**Figura 1** - Representação esquemática das fases do planejamento de um sistema de gestão ambiental

Fonte: AQUINO et al. (2008)

O planejamento prevê, portanto, uma análise primária dos requisitos ambientais e legais, dos riscos e responsabilidade para depois se determinar os objetivos e metas e, então, traçar o plano de ação que deve estar edificada sobre uma política de educação e conscientização ambiental bem fortalecida.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo principal elaborar uma proposta de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos para municípios com até 20.000 habitantes.

#### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar a questão dos resíduos sólidos urbanos em dois municípios da região da AMESC (Associação de Municípios do Extremo Sul Catarinense)
- Relacionar o tratamento de resíduos com o campo físico, econômico e sociológico, estabelecendo uma relação direta destes parâmetros com o desenvolvimento tecnológico e com a pesquisa aplicada ao gerenciamento do lixo.

## **CAPÍTULO III**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Do Consumo ao Consumismo**

A transposição do consumo para consumismo ocorreu com o desenvolvimento do capitalismo, quando da passagem da economia de subsistência para uma economia de mercado. Se por um lado, a busca pela eficiência do sistema produtivo de bens e serviços caracterizando a atual fase de economia de alto consumo globalizado, tem no nível de consumismo dos países ricos um aspecto difícil de ser reduzido; por outro, produz, ao mesmo tempo, uma imensa massa de desempregados que não podem consumir o que se produz (DE LUCA, 2000).

Assim, para uma abordagem mais completa do problema ambiental, surge a questão social como elemento-chave a ser incorporado ao binômio meio ambiente e desenvolvimento.

Atualmente, entre os analistas desenvolve-se uma visão pessimista dos espaços de manobra para a primeira década do século 21, com graves problemas econômicos, ambientais e sociais. O desemprego deverá atingir níveis alarmantes e trará como conseqüências, já visível nas grandes cidades, o fato de que muitas pessoas possuindo como única possibilidade de sustento os seus próprios recursos aplicados na economia informal ou em pequenos negócios legalizados, ou simplesmente como catadores de materiais recicláveis.

Estes últimos, por não conseguirem se inserir de forma estável no sistema ocupacional, vendo-se frequentemente exilados em um vazio institucional estarão ameaçados pelo estigma da socialização fracassada, do descartável, aumentando o contingente dos excluídos dos frutos da modernidade (OFFE, 1989).

Destaca-se, desta maneira, a complexidade de inter-relações envolvidas no binômio meio ambiente e desenvolvimento, e a decorrente necessidade de se conceber políticas públicas articuladas para dar conta dessa nova realidade social. As novas calamidades sociais e as calamidades ambientais, em estreita correlação com a economia, não se expressam mais como problemas específicos, que se anulam mutuamente, carecendo de um enfoque interdisciplinar para sua compreensão e gestão (FERREIRA, 1998).

### 3.2 Enfrentado a Explosão Urbana

Uma das características mais importantes de nossa época é a exploração urbana sem precedentes, principalmente no hemisfério sul. No início deste século a população de baixa renda das cidades do Terceiro Mundo, grande dela amontoada em megacidades, torna-se a nova maioria da população mundial. Segundo estimativas mais recentes das Nações Unidas, de 1980 até o ano 2025 o número de habitantes no Sul deverá passar de um bilhão para quatro bilhões (SACHS, 1993).

A escalada da explosão urbana, acrescida do déficit acumulado de necessidades não atendidas, significa que a reprodução, no sul, das soluções hoje adotadas no Norte apenas aumentaria ainda mais a desigualdade predominante, beneficiando uma minoria e marginalizando a maioria dos habitantes urbanos.

Por isso, estratégias pró-ativas e inovadoras de desenvolvimento urbano, baseadas nos princípios de maior equidade social, prudência ecológica e eficiência urbana, devem ser buscadas no Sul. Conforme SACHS (1993), essa busca deve considerar simultaneamente vários fatores:

- modelos institucionais e gerenciais;
- novas formas de associação entre a sociedade civil, as empresas e as autoridades públicas;
- mudanças de políticas de oferta para políticas de capacitação, estimulando as iniciativas e a criatividade popular;
- esforço contínuo para a eliminação do desperdício e a poupança dos recursos;
- gestão competente do pluralismo tecnológico e esforço de pesquisa de novas soluções tecnológicas, que devem ficar disponíveis e acessíveis aos países em desenvolvimento.

As cidades são ecossistemas e, assim sendo, representam potenciais de recursos. Muitos desses recursos são latentes, subutilizados ou mal-utilizados. Como um exemplo típico tem-se a baixa valorização dos resíduos sólidos urbanos. O aproveitamento dos materiais pós-consumo pode representar não só importante fonte de empregos, mas ainda um meio para melhorar as condições ambientais. CALDERONI (1999) calculou em 1998 que o desperdício, por não reciclar o lixo no Brasil, estava em torno de 4 bilhões de reais.

### 3.3 A Questão dos Resíduos Sólidos Urbanos

A questão dos resíduos sólidos não pode ser resolvida aplicando apenas novas técnicas e tecnologias mais avançadas para coleta, tratamento e destinação final. No Brasil, essa questão deve ser abordada de forma mais integrada, envolvendo, também, os fatores social e econômico.

A maioria dos cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos produzidos anualmente no país é disposta indevidamente. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2000) publicada em 2002, aponta que cerca de 20% dos resíduos sólidos urbanos eram despejados a céu aberto (lixões), 0,1% em rios e outros corpos d'água e 37% em aterros controlados (depósitos periodicamente cobertos), todas as alternativas consideradas ecologicamente e sanitariamente incorretas pelo potencial de poluição atmosférica, hídrica e de solos.

Do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, 40,5% têm destinação considerada correta em termos sanitários e ecológicos. Esse percentual está dividido em 36,2% para aterros sanitários, 2,9% para centros de compostagem, 1% para centros de triagem e 0,4% para unidades de incineração. Ainda, 0,7% correspondem às destinações variadas das listadas e 0,5% quando não há um local fixo para os resíduos produzidos.

Da forma apresentada, os princípios e estratégias de sustentabilidade vinculados às dimensões do ecodesenvolvimento – sustentabilidade social, sustentabilidade econômica, sustentabilidade espacial, sustentabilidade cultural e sustentabilidade ecológica – podem ser norteadores para elaboração de diagnósticos e propor políticas públicas para o desenvolvimento de modelos para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, quer seja de um município, região ou país (SACHS, 1986).

### 3.4 O Papel da Tecnologia Sob a Ótica do Ecodesenvolvimento

O ecodesenvolvimento é uma abordagem que postula a busca de estratégias para o melhor uso possível dos recursos específicos de cada ecossistema, visando à satisfação, através de uma grande variedade de meios e tecnologias apropriadas, das necessidades das populações interessadas (SACHS, 1986). O ecodesenvolvimento tem aplicações aos níveis local e regional, nos quais é possível levar em conta tanto a

diversidade de recursos como as aspirações e necessidades das pessoas.

Conforme SACHS (1993), neste sentido e ao lado das estruturas de consumo e das políticas de ordenamento territorial, a escolha das técnicas apropriadas constitui campo privilegiado de harmonização dos objetivos sociais, econômicos e ecológicos.

A preocupação com a valorização dos recursos abundantes e desperdiçados nos resíduos pós-consumo são elementos a serem levados em consideração na construção do processo metodológico de identificação de técnicas apropriadas e prioridades de pesquisa em gestão.

Este processo consiste, por um lado, na avaliação das necessidades sociais em termos de conteúdo e de meios alternativos para a sua realização, disponíveis ou desejados, para se chegar assim à identificação dos recursos necessários; e, por outro lado, na avaliação dos recursos em termos de potencialidades e de meios tecnológicos para a sua utilização racional, o que permite identificar as necessidades sociais suscetíveis de serem satisfeitas graças à valorização dos materiais.

De acordo com LEFF (2001) a reciclagem de materiais gera expectativa ambiental e econômica, para muitos aparecendo como o “futuro” quanto a dois aspectos: os relacionados ao meio ambiente e os que respeitam as possibilidades macroeconômicas.

Embora seja importante para o meio ambiente, a reciclagem de materiais encontra limites de natureza econômica, física e sociológica que impedem o desenvolvimento de todo o seu aparente potencial (MONTIBELLER-FILHO, 2001). Apesar da diferenciação entre países desenvolvidos e países emergentes, a análise da reciclagem encontra nos fatores de ordem sociológica a diferenciação de maior discrepância.

Este trabalho propõe uma abordagem que inter-relaciona o tratamento dos resíduos sólidos urbanos com o campo físico, econômico e sociológico de forma a estabelecer uma relação direta destes parâmetros com o desenvolvimento tecnológico e pesquisa aplicada ao gerenciamento do lixo.

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTADO DA ARTE**

#### **4.1 Histórico dos resíduos**

No início dos tempos, na era dos nômades, os homens não tinham residência fixa, alimentavam-se da caça e da pesca, vestiam peles de animais e logo que a comida ficava escassa, mudavam de lugar. Os restos de animais e plantas eram os únicos resíduos deixados para trás. E, sendo estes facilmente decompostos pela ação do tempo, não consistiam de um problema ambiental.

Não existia ali a preocupação com os descartes, já que estes não ficariam ali por muito tempo. A única preocupação existente era o que comer e o que vestir, que logo era resolvido mudando-se de lugar, mudando-se de região.

Com o passar dos tempos, houve a necessidade de fixar moradia, de criar animais para consumo, de plantar variedades de alimentos e de produzir instrumentos e utensílios, utilizando-se diferentes materiais. As mudanças nos hábitos e costumes trouxeram diversas conseqüências, dentre as quais destaca-se a produção de resíduos que já não eram mais facilmente decompostos pela ação do tempo.

A era seguinte, passou a produzir bens de consumo em escala, houve o desenvolvimento de diversos materiais para atender às necessidades dos homens e a geração de resíduos ganhou uma proporção preocupante, além da infinidade de tipos de resíduos descartados. É assim nos tempos modernos, em que os produtos são facilmente descartáveis e as montanhas de descartes são cada vez maiores. O homem já percebeu as conseqüências desta geração desenfreada, só falta agir no sentido de alcançar métodos capazes de produzir materiais mais facilmente degradáveis e também métodos capazes de aproveitar os resíduos economicamente favoráveis.

Não basta somente reaproveitar ou reciclar os resíduos, deve-se pensar sob um aspecto mais amplo, antes mesmo da produção do produto, visualizando-se todo o ciclo de vida do produto, desde a invenção até o descarte.

## 4.2 Resíduos no Mundo

A situação dos resíduos e a forma como são tratados é bastante variável de acordo com a região e o país. Enquanto alguns países elaboram planos de gerenciamento que vão desde a fabricação do produto, passando pela distribuição, uso, descarte e tratamento e/ou disposição; em outros países, o lixo é descartado sem qualquer cerimônia, em qualquer lugar, sem a participação dos administradores públicos.

O site da ABRELPE, traz um panorama dos resíduos sólidos no mundo, mas deixa claro a dificuldade de se obter tais dados em função, segundo o próprio site, da inexistência de um banco de dados nos países que não possuem instrumentos de controle dos resíduos gerados e coletados, além, é claro da inexistência de uma definição uniforme para termos como “resíduo sólido” e “gerador”. No Quadro 1, observa-se a quantidade de resíduos coletada diariamente em relação a sua macro origem no mundo.

<b>Região Mundial</b>	<b>Quantidade diária de resíduos coletados (mil toneladas)</b>
Países da OCDE (a)	620
CIS (b) (excluídos os Países Bálticos)	65
Ásia (excluídos os Países da OCDE)	300
América Central	30
América do Sul	86
África do Norte e Oriente Médio	50
África Subsaariana	53
<b>Total Mundial Estimado</b>	<b>1204</b>

**Quadro 1** - Quantidade diária de resíduos coletada em regiões do mundo.

Fonte: CycloOpe apud ABRELPE (2007)

Observações:

- (a) Países da OECD: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Groenlândia, Holanda, Hungria, Irlanda, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suécia e Turquia.
- (b) Países CIS (Commonwealth of Independent States): Armênia,

Azerbaijão, Bielo-Rússia, Cazaquistão, Geórgia, Moldávia, Quirgizstão, Uzbequistão, Rússia, Tajiquistão e Turcomenistão.

Os dados mostram uma relação nítida entre o nível de renda da população e a geração/coleta de seus resíduos: quanto maior o Produto Interno Bruto - PIB do país, maior a preocupação com a geração/coleta de resíduos. Esta afirmação fica muito evidente nos dados mostrados na Quadro 2, também do site da ABRELPE, que relaciona o PIB dos países com o tipo de resíduos gerados, bem como os tratamentos dados a estes.

	<b>Países com baixa renda (Índia, Egito, Países Africanos)</b>	<b>Países com média renda (Argentina, Brasil, Taiwan, Singapura, Tailândia)</b>	<b>Países com população de renda alta (EUA, Europa Ocidental, Hong Kong)</b>
PIB (US\$/per capita/ano)	<\$ 5.000	\$5.000 - \$15.000	>\$20.000
Consumo médio de papel/papelão por habitante (kg/per capita/ano)	20	20-70	130-300
RSU coletado (kg/per capita/ano)	150-250	250-550	350-750
Taxa de coleta residencial	<70%	70%-95%	>95%
Regulação, projetos ambientais ou controles	Sem estratégia nacional ambiental; Regulação praticamente inexistente; Sem estatísticas	Estratégia nacional ambiental; Agência nacional ambiental; Legislação ambiental; Poucas estatísticas	Estratégia nacional ambiental; Agência nacional ambiental; Regulação rigorosa e complexa; Estatísticas
Composição dos RSU (%)			
<i>Resíduos orgânicos</i>	50-80	20-65	20-40
<i>papel/papelão</i>	4-15	15-40	15-50

	<b>Países com baixa renda (Índia, Egito, Países Africanos)</b>	<b>Países com média renda (Argentina, Brasil, Taiwan, Singapura, Tailândia)</b>	<b>Países com população de renda alta (EUA, Europa Ocidental, Hong Kong)</b>
<i>Plástico</i>	5-12	7-15	10-15
<i>metais</i>	1-5	1-5	5-8
<i>Vidros</i>	1-5	1-5	5-8
Umidade dos RSU (%)	50-80	40-60	20-30
Poder calorífico dos RSU (kcal/kg)	800-1100	1100-1300	1500-2700
Tratamento/diposição dos RSU	Depósitos não autorizados >50%; Reciclagem informal 15-20%	Aterro sanitário >90%; Início de coleta seletiva; Reciclagem organizada 5%	Coleta seletiva; Incineração; Reciclagem >20%

**Quadro 2** - Tipologia e outras características dos RSU coletados em grupos de países, classificados por faixas de renda da população.

Fonte: ABRELPE (2007).

O tipo e a quantidade de resíduos gerados, bem como o tratamento dado a estes, depende de diversos fatores, como cultura, localização, economia, etc. Quanto maior é a riqueza e o desenvolvimento de um país, maior é o consumo de produtos industrializados, conseqüentemente, maior é o descarte e a geração de resíduos.

Alguns países, principalmente os mais desenvolvidos, adotam estratégias de “redução na fonte” por meio de processos tecnológicos (máquinas e equipamentos) e por meio da “análise do ciclo de vida” dos produtos, além de investir em políticas de reciclagem, reutilização, tratamento e destinação adequada dos resíduos.

Uma forte tendência nos países mais desenvolvidos é o uso de incineradores, produzindo energia, mas este só é utilizado após todas as tentativas de reutilização e reciclagem serem descartadas, ou seja, somente quando os resíduos não podem mais ser recuperados. É claro que o uso de incineradores deve ser controlado e seguir uma legislação rígida para seu uso, pois pode liberar gases tóxicos, poluindo o ar atmosférico. Cada país possui uma legislação própria relacionada ao uso

de incineradores.

A Alemanha foi pioneira na adoção de políticas de redução e valorização dos resíduos, segundo pesquisa elaborada por JURAS (2005), o país adotou, em 1986, a Lei de Minimização e Eliminação de Resíduos, cujas medidas eram destinadas a evitar e valorizar os resíduos antes de sua eliminação. Ao longo dos anos, outras leis foram adotadas no sentido de aprimorar as anteriores, como a Lei de Economia de Ciclo Integral e Gestão de Resíduos em 1994, que ampliou a responsabilidade do fabricante dos produtos sobre o ciclo de seu produto, começando pela fabricação, passando pela sua distribuição e uso, até sua eliminação. A legislação alemã prevê, primeiramente, a geração de resíduos, caso não seja possível evitar a geração, os resíduos devem ser valorizados pela reciclagem ou valorização energética; os resíduos não valorizáveis devem ser eliminados de forma ambientalmente correta.

Segundo Lopes (2003), a produção diária do lixo na capital alemã, Berlim, é de cerca de um quilo por pessoa. A capital recebe um fundo monetário mensal para gastar com lixo de cerca de 4 bilhões de marcos, dos quais 3,9 bilhões são gastos com despesas de coleta, sendo que cerca de 200 milhões vão para serviços administrativos e programas de educação ambiental.

No Estado da Baviera, ainda na Alemanha, conforme dados da pesquisa elaborada por JURAS (2005), a incineração tem como subproduto a geração de energia elétrica, permitindo a economia de 700.000 toneladas de óleo combustível por ano. Atualmente existem 16 usinas de incineração neste estado, que se utiliza do processo dentro do conceito integrado de manejo do lixo.

Na Holanda, outro país empenhado na questão ambiental, há parcerias entre o setor público e privado, o primeiro possui as instalações e o segundo é responsável pela operacionalização do sistema sendo controlado e fiscalizado pelo estado.

Entre os países europeus, a Dinamarca é o país que possui a legislação mais avançada quanto à redução e ao tratamento de resíduos, o reuso e a reciclagem, que são praticadas no país desde a década de 60. O setor público controla as empresas responsáveis pela coleta, tratamento e destinação final dos resíduos.

De acordo com a pesquisa elaborada por JURAS (2005), nos Estados Unidos foi editada, em 1965, a Lei dos Resíduos Sólidos que, entre outros aspectos, respondeu pelo financiamento de inventários estaduais de aterros sanitários e lixões. Em 1976 essa lei foi complementada pela Lei de Conservação e Recuperação que procurou criar uma moldura com vistas a assegurar a correta disposição dos

resíduos descartados.

### 4.3 Os Resíduos no Brasil

No Brasil, lixo passou a ser visto como um problema ambiental a partir da migração do homem para as cidades, por volta do século XVIII, já que antes disso os resíduos eram constituídos basicamente por porções orgânicas e eram utilizados para alimentar os animais e como adubos orgânicos nas hortas domésticas.

Segundo dados da pesquisa realizada pelo IBGE em 2000 e publicada em 2002, o Brasil gera quase 270 mil toneladas de lixo por dia, correspondendo a uma geração per capita diária de 1,1kg/hab/dia. Deste total, cerca de 16% (mais de 40 mil toneladas) não são coletadas, sendo despejadas nas ruas, nos rios, consistindo um sério problema social, já que favorece a proliferação de vetores de doenças, entope boeiros, polui rios, entre outros. A Tabela 1 traz as quantidade geradas e coletadas no Brasil e em suas macro-regiões.

**Tabela 1** – Quantidade de resíduos gerados e coletados na macro-regiões do Brasil.

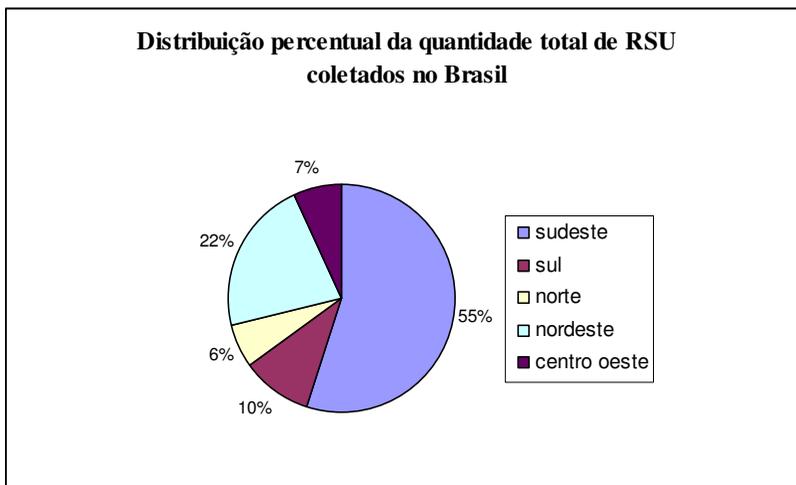
MACRO-REGIÃO	RSU gerado (ton/dia)	RSU gerado (kg/hab/dia)	RSU coletado (ton/dia)	Taxa de coleta (%)
Norte	15.044,80	0,99	11.067,00	73,56
Nordeste	59.786,80	1,24	41.557,80	69,51
Centro-oeste	16.631,60	1,04	14.296,50	85,96
Sudeste	153.864,40	1,18	141.616,80	92,04
Sul	23.799,30	0,75	19.874,80	83,51
<b>Brasil</b>	<b>269.126,90</b>	<b>1,11</b>	<b>228.412,90</b>	<b>84,87</b>

Fonte: ABRELPE e IBGE (2008).

Pode-se também observar aqui a relação entre o desenvolvimento da região e a quantidade de resíduos gerada. Também os hábitos e costumes da população determinam o tipo de resíduo produzido. Os maiores percentuais de coleta de resíduos se encontram nas regiões mais populosas e desenvolvidas do país, como é o caso das regiões sudeste, centro-oeste e sul. Já na região nordeste do país, menos de 70% dos resíduos gerados são coletados, são mais de 18 mil toneladas diárias de

resíduos não coletados, jogados em valas ou rios, que trarão conseqüências ambientais sérias a curto e médio prazos.

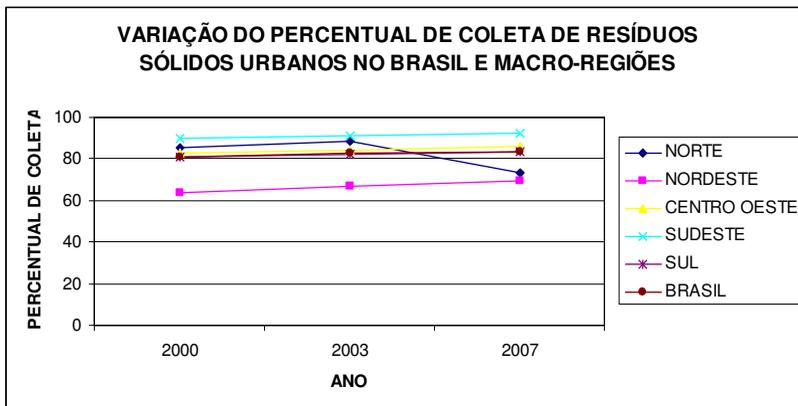
Das 228 mil toneladas de resíduos coletados diariamente no Brasil, mais de 50% são coletadas nos estados da região sudeste, a região mais desenvolvida do país. Os demais percentuais relativos às regiões são mostrados no Gráfico 1.



**Gráfico 1-** Distribuição percentual da quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil por macro região.

Fonte: IBGE (2008)

Estes percentuais de coleta são satisfatórios, se comparados aos dos países em desenvolvimento e vem aumentando ao longo dos últimos anos, talvez porque algumas providências, no sentido de cobrar um tratamento adequado dos resíduos nos municípios, estejam sendo realizadas pelo governo federal, como na resolução do CONAMA número 05 que torna obrigatório a implantação do Gerenciamento de resíduos em todos os municípios. O Gráfico 2 mostra o aumento do percentual de coleta dos resíduos sólidos urbanos nos últimos anos no Brasil e nas macro-regiões do país.



**Gráfico 2** - Evolução da coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil e nas macro-regiões do país.

Fonte: IBGE (2008).

Mesmo com a resolução do CONAMA, ainda não há leis que fiscalizem ou determinem como deve ser o gerenciamento dos resíduos, talvez por isso ainda existam municípios dispendo inadequadamente seus resíduos, ou até nem coletando os mesmos. Em algumas cidades do país os moradores despejam seus resíduos em valas ou rios e em terrenos baldios, constituindo uma fonte de proliferação de vetores de doenças. A Tabela 2 mostra os percentuais de domicílios com lixo coletado, por macro região.

**Tabela 2** - Municípios com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por percentual de domicílios com lixo coletado, segundo as Macro-regiões

Região	Municípios com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo							
	Total	Percentual de domicílios com lixo coletado (%)						
		Até 50	50 a 70	70 a 80	80 a 90	90 a 99	100	Não sabe
Sudeste	1.666	28	84	163	270	190	854	77
Sul	1.149	148	127	132	202	134	367	39
Norte	445	66	139	99	74	18	33	16
Nordeste	1.769	241	357	329	306	131	345	60
Centro Oeste	446	6	21	102	52	215	270	190
Brasil	5.475	489	728	771	954	525	1.814	194

Fonte: IBGE (2008).

Pela Tabela 4, dos 5.475 municípios brasileiros, apenas 1.814 apresentam coleta em 100% dos domicílios, ou seja, apenas 33% dos municípios brasileiros apresentam coleta de todo o resíduo residencial gerado. Já em outros 489 municípios, menos de 50% das residências são atendidas pelo setor de limpeza pública. Nestes domicílios o problema dos resíduos ganha uma dimensão ainda maior, pois além de não ser submetido a tratamentos de reciclagem ou reutilização, ainda expõem a população a problemas sociais e de saúde.

## **CAPÍTULO V**

### **RESÍDUOS SÓLIDOS**

#### **5.1 Definições dos resíduos sólidos**

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, pode-se definir resíduos sólidos na Norma Brasileira Registrada NBR 10.004 (2004) conforme a seguir:

Resíduos no estado sólido ou semi-sólido que resultam de atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades inviabiliza o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água e que exigem soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A maioria dos escritores preferem usar o termo “resíduo” ao invés de “lixo”, já que este último sugere a idéia de material inútil, sem valor que foi simplesmente descartado na lixeira. Já o primeiro termo indicaria um material que pode possuir valor agregado, desde que seja tratado de forma correta, ou seja, o termo resíduo sugere um material que pode apresentar condições de ser reinserido na cadeia produtiva, precisando apenas deixar de ser tratado como um material inútil na lixeira.

Os resíduos sólidos são, portanto, restos ou materiais descartados após o uso, restos de matérias-primas decorrentes do processo produtivo e que se apresentam no estado sólido ou semi-sólido, além dos líquidos emitidos no processo produtivo. A idéia de reaproveitamento ou de reinserção do resíduo na cadeia produtiva deve sempre ser avaliada com suas particularidades, sob diversos aspectos, principalmente econômico e ambiental.

A destinação incorreta dos resíduos é extremamente danosa para o meio ambiente. Grippi (2001) mostra o tempo que cada tipo de

material leva para biodegradar na natureza, conforme Quadro 3. Alguns materiais levam centenas de anos para se decompor, por isso a importância em separar e encaminhar corretamente os resíduos. Além da contribuição ambiental, retirando do meio ambiente um material que teria um tempo longo para decomposição, ainda se reduz a quantidade de resíduos encaminhadas aos aterros, aumentando vida útil dos mesmos.

<b>RESÍDUO</b>	<b>TEMPO</b>
Jornais	2 a 6 semanas
Embalagens de papel	1 a 4 meses
Guardanapos de papel	3 meses
Pontas de cigarro	2 anos
Palitos de fósforo	2 anos
Chicletes	5 anos
Cascas de frutas	3 meses
Náilon	30 a 40 anos
Copinhos de plástico	200 a 450 anos
Latas de alumínio	100 a 500 anos
Tampinhas de garrafa	100 a 500 anos
Pilhas e baterias	100 a 500 anos
<i>Garrafas de vidro ou plástico</i>	Mais de 500 anos

**Quadro 3** - Tempo que a natureza leva para biodegradar alguns materiais.

Fonte: GRIPPI (2001).

## 5.1 Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos produzidos nos diversos setores da sociedade foram classificados pela norma NBR 10.004 da ABNT (2004) de acordo com os riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e à saúde pública conforme o Quadro 4.

Resíduos Classe I- Perigosos	São resíduos que podem apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde pública em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
Resíduos Classe IIA- Não perigosos - Não inertes	São os resíduos que não se enquadram na Classe I – Perigosos nem na Classe IIB – Não inertes. Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Podem apresentar riscos à saúde pública.
<i>Resíduos Classe IIB- Não perigosos - Inertes</i>	São os resíduos que não oferecem riscos à saúde pública ou ao meio ambiente e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007 (2004) e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006 (2004), não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

**Quadro 4** - Classificação dos resíduos sólidos considerando os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Fonte: ABNT NBR 10.004 (2004).

Existem muitas outras formas de classificar os resíduos, o Manual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos do IPT/CEMPRE (2000), por exemplo, classifica os resíduos sólidos baseando-se na sua origem conforme a seguir:

- a) Domiciliar ou Residencial: são os resíduos gerados diariamente nas residências, composto basicamente por restos de alimentos, papéis, diversos tipos de plásticos, diversos tipos de metais, além de resíduos tóxicos como tintas, solventes, pilhas, lâmpadas fluorescentes, herbicidas, inseticidas, entre outros. Mais de 50% dos resíduos sólidos domiciliares é composto por matéria orgânica. É responsabilidade das

prefeituras a coleta, o tratamento e a disposição final destes resíduos. Dentre os resíduos domiciliares encontram-se resíduos de Classe IIA e IIB.

- b) Comercial: são os resíduos gerados nos estabelecimentos comerciais como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, bancos, entre outros. É composto por resíduos semelhantes aos domiciliares, dependendo do ramo comercial, como papéis, plásticos, resíduos orgânicos, papel higiênico, entre outros componentes. É responsabilidade das prefeituras a coleta, o tratamento e a disposição final destes resíduos.
- c) Público: são os resíduos provenientes do serviço de limpeza urbana, principalmente da varrição das ruas, coleta das lixeiras públicas, podas e cortes de árvores, limpeza das praias e de feiras livres. É composto por tocos de cigarro, papéis, restos de capina, areia, cisco, folhas, galhos, restos de frutas e verduras, entre outros. É responsabilidade da prefeitura a coleta e destinação destes resíduos.
- d) Resíduos do serviço da saúde (RSS): são os resíduos provenientes das mais diversas áreas dos estabelecimentos hospitalares e da saúde como farmácias, laboratórios, consultórios dentários, clínicas veterinárias. Podem ser infectantes (oferecem riscos à saúde pública por apresentarem características de virulência, infectividade e patogenicidade), especiais (apresenta também potencial de risco à saúde pública, como os radioativos) e os resíduos comuns (resíduos de refeitórios do setor administrativo e de limpeza). É responsabilidade do gerador a coleta, o tratamento e a disposição correta destes resíduos.
- e) Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: são os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contém ou podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários. Basicamente compostos por materiais de higiene e restos de alimentos e podem propagar doenças de outras cidades, estados ou países. Caso haja uma separação, os resíduos assépticos podem ser considerados como resíduos domiciliares. É responsabilidade do gerador a coleta, o tratamento, a disposição e a separação, se for o caso.
- f) Industrial: são resíduos originados nas indústrias e são compostos pelos mais variados tipos de materiais, dependendo do ramo de atividade industrial, do processamento e das

matérias primas empregadas. É o tipo de resíduos que apresenta a maior variedade tanto em qualidade, quanto em quantidade. É responsabilidade do gerador a coleta, o tratamento e a disposição correta destes resíduos, mas cabe aos órgãos públicos a fiscalização e a cobrança.

- g) Radioativo: são os resíduos que emitem radiações acima do permitido pelas normas ambientais. São resíduos de centros de pesquisa, de hospitais e de geração de energia elétrica. O seu tratamento e disposição devem obedecer às exigências definidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A responsabilidade pela disposição é do gerador.
- h) Agrícola: são os resíduos das atividades agrícolas e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita e resíduos domiciliares. É responsabilidade do gerador a coleta e a devolução das embalagens ao estabelecimento que os comercializou.
- i) Construção civil e demolição: são resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolição de obras da construção civil, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, metais, resinas, tintas, madeiras e compensado, forros, argamassa, gesso, telhas, vidro, plástico, tubulação, fiação elétrica, entre outros. É responsabilidade do gerador a coleta e a disposição adequadas destes resíduos.

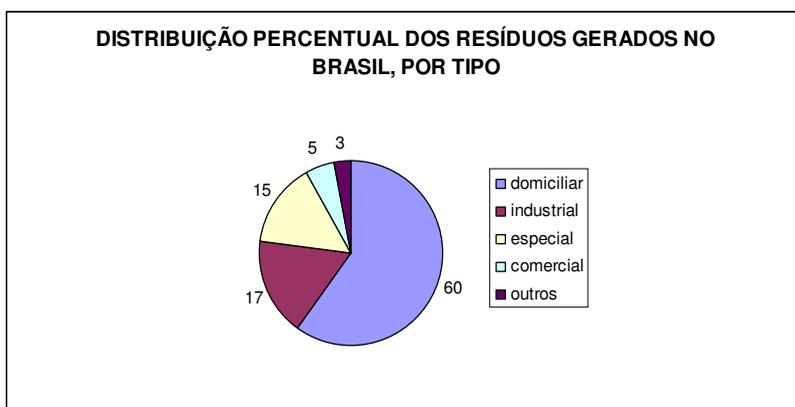
Pelo que foi relatado e de acordo com Grippi (2001), a responsabilidade sobre a coleta, tratamento e destinação corretas dos resíduos podem ser listadas no Quadro 5. A administração municipal é responsável pela coleta e destinação final dos resíduos domiciliares, comerciais e públicos. A coleta, tratamento e destinação destes resíduos é responsabilidade da prefeitura, mas a população deve atuar diretamente sobre seu destino, já que a população pode determinar a forma de separação da maioria dos materiais. De nada adianta a prefeitura tentar separar resíduos no centro de triagem se estes estiverem misturados e contaminados. É imprescindível que os moradores separem corretamente seus resíduos em casa, e o órgão público poderá fazer a parte dela.

Grippi (2001) traz também a relação percentual das quantidades de resíduos geradas no Brasil de acordo com a origem, conforme Gráfico 3. De acordo com o gráfico, mais de 65% dos resíduos gerados no Brasil estão sob a responsabilidade das prefeituras municipais, ou seja, é o órgão municipal que determina como será coletado, tratado e

encaminhado todo este percentual de resíduos do país.

<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Responsável pelo gerenciamento até destinação final</b>
Domiciliar	Prefeitura municipal
Comercial	Prefeitura municipal
Público	Prefeitura municipal
Hospitalar	Gerador
Especial	Gerador
Industrial	Gerador
<i>Agrícola</i>	Gerador

**Quadro 5** - Responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, baseando-se no tipo.  
Fonte: GRIPPI (2001)



**Gráfico 3** - Distribuição (%) do lixo no Brasil por tipo.  
Fonte: GRIPPI (2001).

## CAPÍTULO VI

### RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Este trabalho tratará apenas dos resíduos sólidos urbanos, porque estes estão sob a responsabilidade da administração pública, ou seja é a prefeitura a responsável pela coleta, tratamento e disposição final dos resíduos gerados nos domicílios, nos comércios e pelos resíduos públicos. A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos depende da administração municipal.

Segundo LOPES (2003) define-se “gestão de resíduos sólidos” como: todas as normas e leis relacionadas a estes; e “gerenciamento de resíduos sólidos” todas as operações que envolvam os resíduos como coleta, tratamento, disposição final, entre outras.

Também o Capítulo I do ante-projeto de lei que pretende instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apud LOPES (2003) define gestão e gerenciamento como:

VII- Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: atividades referentes à tomada de decisões estratégicas quando do desenvolvimento, implementação e operação das ações definidas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, da fiscalização e do controle dos serviços de manejo dos resíduos sólidos;

VIII- Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos: tomada de decisões voltada aos resíduos sólidos de forma a considerar as decisões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, considerando a ampla participação da sociedade, tendo como premissa o desenvolvimento sustentável.

Pode-se dizer então que a gestão de resíduos sólidos compreende o planejamento das possíveis ações do gerenciamento dos resíduos sólidos. Este segundo GRIPPI (2001), deve levar em consideração fatores como: número de habitantes, poder aquisitivo da população, condições climáticas da região, hábitos e costumes da população e o nível educacional das pessoas.

Todo plano de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deveria tratar a coleta, os tratamentos e a disposição final dos resíduos, dando

ênfase à redução dos resíduos encaminhados aos aterros, seja pela redução na fonte, através de campanhas de redução de consumo e por fabricação de produtos avaliando-se seu ciclo de vida, seja pela adoção de uma política de valorização dos resíduos através da reutilização ou da reciclagem dos resíduos.

Para GRIPPI (2001):

[...] a reutilização, redução e reciclagem são palavras de ordem no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos. Os resíduos orgânicos podem ser compostados e transformados em adubos naturais; os resíduos inorgânicos, com potencial de reciclagem, podem ser selecionados e reintroduzidos na cadeia produtiva e os resíduos inservíveis, devem ser confinados apropriadamente em aterros.

## **6.1 Considerações sobre os fatores limitantes da reciclagem de RSU**

Não desconsiderando a importância ética e dos resultados concretos das ações que se orientam no sentido de melhorar a relação sociedade-meio ambiente deve-se, contudo, quanto se tratar dos resíduos sólidos urbanos, levar em conta as condições objetivas que de um lado permitem, mas de outro delimitam seu alcance.

## **6.2 Parâmetros de ordem física**

Inicialmente o problema será abordado relativizando-se com o total de lixo produzido com as seguintes parcelas que o compõem: a parte passível de aproveitamento (reciclável), e a parcela sem possibilidade de ser aproveitada, à qual é necessário dar-se uma disposição final em depósito, aterros ou incineração.

Avalia-se que, em geral no primeiro mundo e dependendo da comunidade, entre 10% e 30% (em massa) do total de lixo produzido, considerando suas diversas fontes, é passível de reaproveitamento (VILLALBA et al, 2002). Além do baixo potencial de reciclabilidade, os RSU implicam, todavia, num outro aspecto correlato a ter-se em conta: trata-se da evolução dos dados quanto ao volume de rejeito produzido e as perspectivas futuras.

Das 228 mil toneladas de lixo coletadas por dia no Brasil, 48,6

mil toneladas são dispostas em vazadouros a céu aberto ou em áreas alagadas e somente 2,3 mil toneladas são destinadas às centrais de triagem (PNSB – IBGE, 2000). Conforme GORENSTEIN (2003), o brasileiro gera em média por dia 1,0 quilo de lixo domiciliar, enquanto que o norte americano, 2 quilos e o japonês gera 2,8 quilos de lixo diariamente, com potencial de crescimento a caminho, cuja velocidade de avanço depende de como é conduzido o desenvolvimento.

Tais dados, juntamente com um índice de reciclabilidade que, no máximo atinge 30%, revelam que ainda resta uma enorme quantidade a ser dada destinação final.

Para uma melhor compreensão do baixo índice de reciclabilidade apresentado acima, a abordagem centrará foco nos fluxos de energia e de matéria envolvidos. Relativamente à energia e à matéria destacam-se as leis da termodinâmica, e em especial a lei da entropia – desordem, dissipação.

O fenômeno da dissipação de energia é enunciado como o segundo princípio da termodinâmica: as propagações do calor estão relacionadas com a perda de rendimento (perda da eficiência energética), (CASTELLAN, 1986).

Há conservação da energia total no processo, mas a energia disponível é consumida, ocorrendo um aumento da entropia global. Nos ciclos produtivos o segundo princípio da termodinâmica é implacável: há degradação entrópica dos materiais em qualquer estágio, da extração ao consumo final.

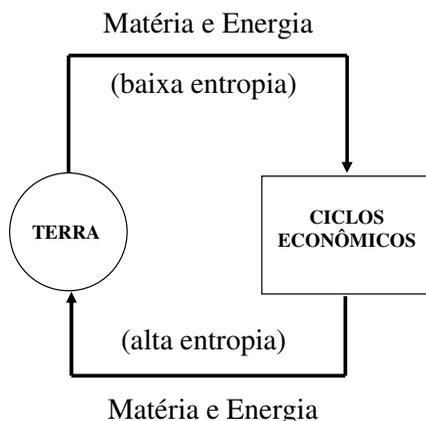
Devido à entropia, as energias e matérias transformadas não estão mais disponíveis para uma nova utilização que faça sentido, isto é, que sirva à satisfação das necessidades humanas, sem que haja novos dispêndios de energia (perda da eficiência energética).

De acordo com GEORGESCU-ROEGEN (In: MARTINEZ-ALIER, 1987), do ponto de vista da termodinâmica, “matéria-energia entram nos processos econômicos no estado de baixa entropia e saem no estado de alta entropia”, conforme Figura 2.

Os materiais pós-consumo, vistos como rejeito da produção, apresentam principalmente massa e não energia disponível. Esta fica no ambiente e não se recupera; já a massa, em princípio, pode ser reciclada.

Nos processos produtivos da economia, que implicam transformação, é o que ocorre. Analisando o trabalho de economistas ecológicos, dentre os quais desponta GEORGESCU-ROEGEN, observa-se que eles derivam das leis da física a “impossibilidade de reciclagem total dos materiais”, pois a reciclagem de materiais é um processo de transformação, além de utilizar mais energia, novos

materiais e outros insumos (KRYSIK et al, 2003). No decorrer da reciclagem, a energia é degradada (perda da eficiência energética).



**Figura 2** – O ciclo termodinâmico essencial dos processos econômicos

Fonte: GEORGESCU-ROEGEN (1987).

Assim, muitos materiais poliméricos, tais como os materiais termofixos, não são reciclados e fazem parte do rejeito dos centros de triagem de RSU, pois devido a sua elevada entropia, requerem processos de alto consumo energético. Enquanto que os polímeros termoplásticos para serem moldados novamente necessitam apenas de energia suficiente para vencer as forças secundárias, nos termofixos, por sua vez, as forças a serem vencidas são forças primárias, maiores em algumas dezenas de ordem.

Além dos aspectos quantitativos de novos gastos energéticos e de materiais para o processo da reciclagem, tem-se, ainda, outro problema, o qual diz respeito à qualidade dos materiais e dos produtos finais que passam por sucessivas transformações (SCHNABEL, 1991). Ambas as formas de processamento utilizadas por grande parte das indústrias de transformação – através do calor ou de reação química – são modificadoras da qualidade da matéria, geralmente resultando em redução da mesma.

### 6.3 Parâmetros de ordem econômica e sociológica da reciclagem

Analisa-se a seguir a questão da reciclagem sob a ótica econômica, avaliando se as leis da economia conseguem contrapor-se

aos obstáculos colocados pelas leis da física. A esta abordagem agregam-se aspectos sociológicos.

Há uma série de custos adicionais que o processo de reciclagem reclama – descontaminação, limpeza, purificação, classificação, separação e outros procedimentos provenientes dos processos de reaproveitamento industrial de materiais (SHENT et al, 1999; SUPERE et al, 1993). A estes custos associam-se os de transporte, encarecendo ainda mais o processo (BRANDRUP, 1996). Desta forma, as matérias secundárias apresentam dificuldades quanto ao bom desempenho mercadológico.

Os limites de ordem física (perda da eficiência energética e da qualidade), quando somados aos custos adicionais com o processo de reciclagem, tornam mais interessante para a indústria produzir a partir de matérias-primas do que de matérias secundárias. Tratar-se-á a seguir em como estes condicionantes atuam sob o ponto de vista econômico e ambiental e qual o sentido da participação e o papel da sociedade (cidadãos, poder público, cadeia produtiva) na questão.

É evidente de que a reciclagem de resíduos pós-consumo só existe no Brasil em razão, principalmente, da figura dos catadores, os quais, impulsionados pela crise do desemprego e da falta de alternativas de trabalho e renda, buscam nessa atividade sua sobrevivência e alimentam os negócios da reciclagem.

O lixo sem a matéria orgânica é recolhido na fonte descartadora por veículos de coleta seletiva e pré-processado em centros de triagem, após são vendidos a empresas particulares nos “mercados de material secundário”. Porém, somente uma fração dos RSU é comercializada, isto é, encontram normalmente compradores e é valorizada. O restante, que é pré-processado (coletado, transportado, triado e acondicionado), não encontra a necessária demanda e preço competitivo. Nesta situação encontram-se alguns produtos descartados oriundos da cadeia produtiva do papel e principalmente, dos plásticos (WASSERMANN et al, 2001).

A fração comercializada sofre constantemente com a não-valorização no mercado, o que significa em economia, pela teoria da troca desigual, preço de venda ou preço de produção inferior ao valor (EMMANUEL, 1973). Sendo o valor econômico de um produto o equivalente ao total de trabalho socialmente necessário utilizado na sua produção, tem-se, então, que o mercado de matérias secundárias opera abaixo do valor real quando o preço praticado não equivale ao trabalho socialmente necessário incorporado ao produto.

A relação de não-equivalência (troca economicamente desigual), apontada anteriormente, pode ser simplesmente o resultado das forças de

mercado, ou refletir um poder hegemônico, consensual de grandes compradores. Ela sugere, de um modo ou de outro, que, no caso da reciclagem de lixo, a maior parcela de seu desempenho depende do aumento da quantidade de trabalho não pago (essência da troca desigual) utilizado no ciclo de seu processamento.

A separação do lixo pelo contribuinte na origem, articulada pelo setor público através de investimentos, principalmente em educação ambiental; associada aos custos de transporte, também por conta do contribuinte; o pré-processamento realizado nos centros de triagem, geralmente sob os auspícios do setor público – instalações e área - operando com trabalhadores sub-remunerados; são essenciais para a economicidade do ciclo produtivo dos materiais recicláveis pós-consumo.

O outro componente, abordado pela economia ecológica, o qual contribui para infravalorar o material secundário é o preço do seu concorrente no mercado, isto é, o reduzido preço das matérias-primas. As matérias-primas depreciam os preços dos materiais secundários, pois seus baixos preços concorrem com os dos materiais recicláveis no mercado. Isto ocorre porque, além dos recicláveis estarem sujeitos à troca economicamente desigual, as matérias-primas estão sujeitas à troca ecologicamente desigual.

A troca ecologicamente desigual diz respeito ao fato de que o preço de mercado não contempla o conjunto de valores relativos à natureza (ALTVATER, 1996). Estes valores abrangem desde o valor ecológico e o valor de existência, componentes do valor intrínseco da natureza, até o desgaste ou custo social ambiental (externalidades ambientais negativas) (MONTIBELLER-FILHO, 2001). Isto ocorre porque a não valorização econômica da natureza é uma forma de garantir maior taxa de lucro.

O capital, com efeito, não valoriza a natureza. De um lado faz uso do meio ambiente para nele despejar rejeitos da produção (direta ou indiretamente), sem pagar pelo serviço ambiental que a natureza presta ao absorvê-lo. De outro lado e para além disto, quando os despejos superam a capacidade de absorção na natureza (capacidade da natureza reciclar materiais), gera-se a poluição ambiental, em que os custos, entretanto, são socializados, pois o capital, normalmente, não assume os gastos com a recuperação da qualidade ambiental (a não ser sob pressão mercadológica ou social através das leis e regulamentos) (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

Assim, quando os preços das matérias-primas, especialmente o relacionado a recursos não renováveis (polímeros e metais, por

exemplo) são comercializadas a preços inferiores ao seu valor econômico, aparecendo como concorrentes, em preço, às recicláveis, e fazem com que estas, para se viabilizarem no mercado, tenham que, também, submeter-se à venda por preço inferior (troca ecologicamente desigual).

Da maneira exposta acima, somente pela transferência de valor – via preço – para as empresas privadas de reciclagem é que o ciclo da reciclagem de materiais se viabiliza no regime de mercado como no Brasil. Então, esta é uma dedução importante a ser ressaltada: a viabilidade econômica baseia-se numa espécie de subsídio social (direto e indireto) à atividade privada de reciclagem, subsídio este alimentado pela troca desigual, tanto econômica como ecológica.

Tem-se, porém, indicativos evidenciadores de questionamento do subsídio social pela comunidade que o sustenta. O exemplo de movimento sociais na Alemanha a respeito disto é significativo. No Brasil já existem programas como o desenvolvido na região metropolitana de Curitiba, onde o trabalho doméstico de separação do lixo é pago, mesmo que com valor relativamente baixo, com alimentos. (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

Tem-se aqui, portanto, a possibilidade de se constituírem limites de ordem também sociológicos (somando-se aos limites físicos e econômicos) à constituição de uma economia de mercado da reciclagem que tenha ampla abrangência. Entretanto, se de um lado a questão social sobre o questionamento do subsídio social pela comunidade é forte em países desenvolvidos, por outro lado e principalmente nos países como o Brasil, onde o problema do desemprego e o trabalho subumano no lixo estão intimamente relacionados, tem-se o potencial de geração de empregos que a atividade da reciclagem pode incrementar.

A pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE,2000) apontou a existência de 24.340 catadores em lixões, dos quais 23% têm menos de 14 anos de idade, e a estimativa é de que existam 800.000 catadores de rua no país, entre os organizados e não organizados. Portanto, o potencial dessa atividade poderá traduzir-se numa oferta adicional de 110 mil novos empregos diretos, demandando um investimento total na ordem de apenas R\$100 milhões, onde 200 mil empregos indiretos resultariam no restante da cadeia de reciclagem, significando cerca de apenas R\$323,00 por emprego gerado (CEMPRE, 2000).

## **6.4 Aspectos importantes para uma abordagem sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos**

Abaixo, resume-se os principais aspectos a serem considerados no planejamento tecnológico e gerencial do tratamento dos resíduos sólidos urbanos:

- Perda de eficiência energética (questão entrópica);
- Redução de qualidade nos ciclos de reciclagem;
- Troca economicamente desigual;
- Troca ecologicamente desigual;
- Questionamento aos subsídios;
- Potencial de empregabilidade à baixo custo.

## **6.5 Coleta dos Resíduos Sólidos Urbanos**

A coleta normalmente é efetuada em caminhões coletores, com compartimento para segregação, ou não, e é conduzida por funcionários da própria prefeitura ou terceirizados. A definição da periodicidade da coleta, do trajeto e da forma de execução é de competência do poder público e depende de fatores como quantidade de resíduos descartados, população, etc.

Para DONHA (2002) existem pelo menos quatro formas distintas de coleta:

- Coleta regular: processo convencional de coleta, com periodicidade definida, atingindo o maior número de domicílios possível, os resíduos são encaminhados para aterros sem nenhum tratamento ou separação ou para os centros de triagem onde serão separados e encaminhados aos devidos fins;
- Coleta extraordinária: executada esporadicamente, a critério do órgão público competente;
- Coleta especial: executada para atender coleta de resíduos especiais (como a do lixo hospitalar), os resíduos coletados são encaminhados para aterros controlados específicos para resíduos perigosos;
- Coleta seletiva: coleta dos resíduos recicláveis, previamente separados nos domicílios, pode ser realizada nas próprias residências ou de forma espontânea em locais determinados.

A coleta seletiva, aliada a uma política educacional da população, resulta numa redução considerável do volume de resíduos para a disposição em aterros, já que a separação prévia permite o encaminhamento correto dos resíduos para destinos apropriados. Os recicláveis são encaminhados para a reciclagem; os orgânicos para a compostagem e somente os não recicláveis são encaminhados aos aterros. Com isto, diminui-se consideravelmente a quantidade de resíduos destinadas aos aterros, aumenta-se a vida útil dos mesmos, diminui-se a utilização dos recursos naturais e diminui-se a contaminação do meio ambiente.

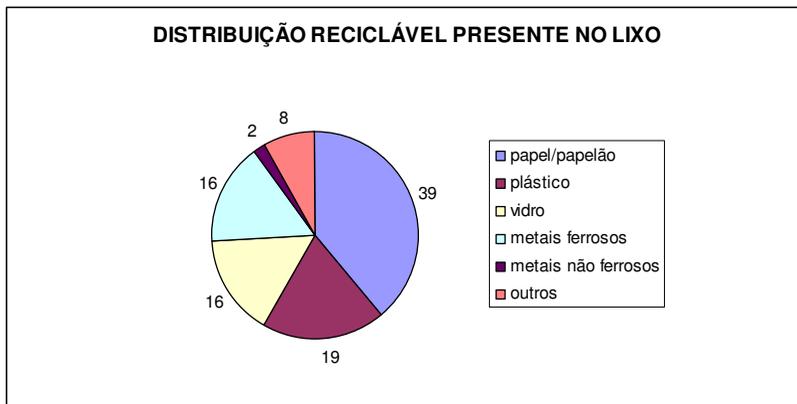
Os resíduos sólidos urbanos urbanos podem ser coletados em lixeiras identificadas pela cor. A Figura 3 mostra as cores padronizadas que são usadas nesta identificação.



**Figura 3** - Padrões de cores utilizadas para coleta seletiva dos resíduos, baseadas na cor.

Fonte: lixo.com (2008)

Para o setor público, além das vantagens citadas anteriormente, a coleta seletiva proporciona também uma redução significativa nos gastos com disposição e transporte dos resíduos aos aterros em função da redução das quantidades. GRIPPI (2001) mostra o potencial reciclável presente no lixo urbano e pode ser visualizado no Gráfico 4.



Fonte: GRIPPI (2001).

A separação dos resíduos deve ocorrer na fonte, ou seja, a população, devidamente instruída, deverá separar os resíduos em suas residências e depositá-los nas lixeiras devidamente identificadas. A prefeitura, então, coleta as sacolas com os resíduos previamente separados e encaminha ao centro de triagem ou diretamente às indústrias beneficiadoras. Uma outra opção é coletar os resíduos sem separação e depois encaminha-los a um centro de triagem e fazer a separação posterior à coleta. É claro que esta segunda opção diminui significativamente a quantidade de resíduos recicláveis passíveis de separação, já que o contato entre os resíduos pode provocar a contaminação destes.

## 6.6 Tratamento dos resíduos sólidos urbanos

Após adequada separação e coleta, os resíduos inorgânicos podem ser reutilizados ou reciclados. Já os resíduos orgânicos podem passar pelo processo de compostagem. A seguir uma breve discussão sobre cada uma das formas de tratamento dadas aos resíduos sólidos urbanos.

## 6.7 Reutilização

Entende-se por reutilização o aproveitamento do resíduo sem que ele passe por um processo de transformação, por exemplo, o reuso das

embalagens retornáveis de cerveja e refrigerantes, a utilização doméstica de embalagens de vidro para armazenar mantimentos, entre outros. É uma prática simples, mas que vem diminuindo ao longo dos anos com a troca das embalagens retornáveis por embalagens recicláveis.

Além da simplicidade, a reutilização apresenta muitas outras vantagens, como o baixo custo (somente o transporte e lavagem-esterilização), a economia de energia para produção de novas embalagens, a diminuição da extração de recursos não renováveis, etc. Exemplos bem comuns de reutilização de materiais é o reuso de garrafas de cerveja e refrigerantes, as embalagens retornáveis, como as da FIGURA 4, que são devolvidas nos estabelecimentos e retornam às indústrias, sofrem um processo de esterilização e voltam ao mercado consumidor. O consumo deste tipo de produto vem diminuindo ao longo dos anos, os consumidores preferem as bebidas em embalagens descartáveis, pela facilidade e quantidade disponíveis.



**Figura 4** - Embalagens retornáveis de refrigerante e cerveja podem ser reutilizadas, após higienização correta.

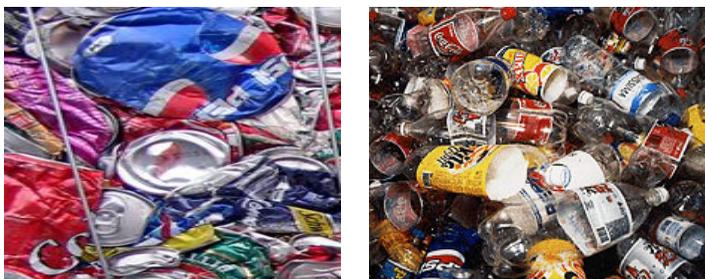
Fonte: lixo.com (2008).

## 6.8 Reciclagem

Para Teixeira e Zanin (2001), a reciclagem dos materiais pode ser definida como: “o processo através do qual os constituintes de um determinado corpo ou objeto passam, num momento posterior, a ser constituintes de um outro corpo ou objeto, semelhante, ou não, ao

anterior”.

A reciclagem consiste num reprocessamento do resíduo, transformando-o num produto que retornará ao mercado, normalmente com características e funções diferentes do produto inicial. Para que seja possível, é necessária a implantação de várias etapas anteriores como a separação dos resíduos recicláveis (que pode se dar na fonte geradora ou nas usinas de triagem), armazenamento e transporte até as indústrias recicladoras. Verifica-se na Figura 5 dois exemplos de resíduos recicláveis encontrados em grandes quantidades dos resíduos sólidos urbanos.



**Figura 5** - Exemplos de resíduos recicláveis: latas de alumínio e garrafas descartáveis de refrigerante.

Fonte: lixo.com (2008).

Segundo Bidone (1999):

[...] a reciclagem de um resíduo depende de fatores como: proximidade da instalação de reprocessamento, custos de transportes dos resíduos, volume de resíduos disponíveis para o processamento e custos de estocagem dos resíduos no ponto de geração ou fora do local de origem. Além, é claro, dos fatores físicos, econômicos e sociológicos comentados anteriormente.

Independente da viabilidade, ou não da reciclagem, sua importância consiste, principalmente, na redução da utilização de fontes naturais, muitas vezes não renováveis, na diminuição dos custos de produção, e é claro, na minimização da quantidade de resíduos destinados aos aterros, aumentando a vida útil dos mesmos. A reciclagem pode ser vista como uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte da matéria (e da energia), que se tornaria lixo. Assim, os resíduos são coletados, separados e processados para serem usados

como matéria prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem. Dessa forma, os recursos naturais ficam menos comprometidos.

Os benefícios da reciclagem são abordados por Grippi (2001):

- Diminuição das quantidades de resíduos desnecessariamente encaminhadas aos aterros;
- Preservação dos recursos naturais;
- Economia de energia;
- Diminuição da poluição ambiental;
- Geração de empregos direto e indiretos.

Mas Grippi (2001) também chama atenção para a questão da necessidade de demanda para os materiais recicláveis, pois “separar um lixo sem um mercado é enterrar separado”. É importante que hajam empresas interessadas em adquirir e reprocessar o resíduo, caso contrário o processo será interrompido e os materiais irão abarrotar os depósitos ou serão enterrados em outro local. Também é imprescindível o desenvolvimento de tecnologias economicamente viáveis que possibilitem o reprocessamento de uma gama maior de resíduos.

## 6.9 Compostagem

A compostagem é bem definida por Jardim (1995) como “um processo biológico de decomposição da matéria orgânica encontrada em restos de animais e vegetais”. O composto formado por estes restos é o produto final deste processo e pode ser utilizado como fertilizante, melhorando as características do solo, sem prejudicar o ambiente. A Figura 6 mostra uma lixeira com restos orgânicos, a Figura 7 mostra um monte de resíduos orgânicos em processo de compostagem e a Figura 8 mostra o composto pronto para utilização.

Para Grippi (2001), as vantagens da compostagem são:

- Economia de espaço físico nos aterros sanitários;
- Aproveitamento da matéria orgânica produzida;
- Reciclagem dos nutrientes contidos no solo;
- Processo ambientalmente seguro;
- Eliminação de patógenos.



**Figura 6** - Lixeira com restos orgânicos possíveis de sofrerem processo de compostagem.

Fonte: lixo.com (2008).



**Figura 7** - Material orgânico sofrendo processo de compostagem.



**Figura 8** - Composto pronto para ser utilizado como adubo em hortas.

Fonte: lixo.com (2008).

Para os cofres públicos a compostagem representa além do ganho com a comercialização do adubo, a redução significativa do volume de resíduos encaminhados aos aterros. Os dados relativos às despesas operacionais da compostagem no Brasil são bastante relativos, em função das diferentes formas de operação pelas prefeituras ou iniciativa privada e variam conforme o local.

Segundo Lopes (2003):

[...] deve-se acompanhar o processo de compostagem, pois o lixo urbano contém metais

pesados presentes em diversos materiais como pilhas, baterias, tintas, entre outros. Em virtude disso deve receber uma fiscalização adequada para garantir a qualidade do produto e a segurança do consumidor.

## 6.10 Tratamentos térmicos

Um tratamento térmico bastante conhecido é a incineração que consiste, basicamente, em um processo de combustão controlada com temperaturas acima de 900°C, para transformar resíduos sólidos, líquidos e gasosos combustíveis em dióxido de carbono, outros gases e água, reduzindo significativamente seu volume e peso iniciais. A incineração produz um resíduo inerte com cerca de 10% do volume inicial. De acordo com as características apresentadas após o processo, os resíduos poderão ser dispostos em aterros sanitários ou até mesmo serem reciclados. (IPT/CEMPRE-2000).

Grippi (2001) afirma que:

[...] os compostos orgânicos, durante o processo de incineração, são reduzidos a seus constituintes minerais, principalmente dióxido de carbono gasoso e vapor de água e ainda sólidos inorgânicos (cinzas).

Para o autor, as vantagens do processo de incineração são:

- Redução drástica do volume do resíduo a ser descartado;
- Redução do impacto ambiental;
- Destoxificação (destruição de bactérias e vírus patogênicos);
- Recuperação de energia.

A grande desvantagem do processo, ainda segundo GRIPPI (2001), é o custo elevado da implantação de uma usina de incineração de resíduos. A Figura 9 traz alguns exemplos de resíduos não recicláveis e a Figura 10 mostra um incinerador comumente utilizado.

IPT/CEMPRE (2000) salienta que o processo de incineração deve atender às exigências legais e ambientais, segundo a resolução do CONAMA nº 316 de 29/10/2002 que dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico, para que o processo de incineração não apresente resíduos deletérios à saúde, tanto no que se refere aos resíduos sólidos, líquidos ou gasosos.

Existem ainda outros processos de tratamentos térmicos para os resíduos como a autoclavagem que consiste num tratamento à baixa temperatura (120C) e alta pressão, usada para descontaminar resíduos do serviço da saúde antes de serem eliminados. Outro tratamento térmico conhecido é a aplicação de microondas usada também no tratamento de resíduos do serviço da saúde. (IPT/CEMPRE-2000).



**Figura 9** - Materiais não recicláveis.

Fonte: lixo.com (2008).



**Figura 10** - Incinerador.

Fonte lixo.com (2008).

## 6.11 Disposição final dos resíduos

Dentre as formas de disposição final dos resíduos existem 3 que são mais comumente usadas: o aterro sanitário, o aterro controlado e o lixão. Das mais de 228 mil toneladas de resíduos coletados estimados pelo IBGE (2000), a destinação se dá como a seguir:

- 36,17% - aterro sanitário;
- 37,03% - aterro controlado;
- 21,16% - vazadouro a céu aberto (lixão);

- 0,10% - vazadouro em áreas alagadas;
- 2,86% - compostagem;
- 0,99% - triagem;
- 0,46% - incineração;
- 0,54% - locais não fixos;
- 0,69% - outros.

Uma definição breve de aterro sanitário, aterro controlado, lixão e incineração é dada a seguir:

## 6.12 Aterro Sanitário

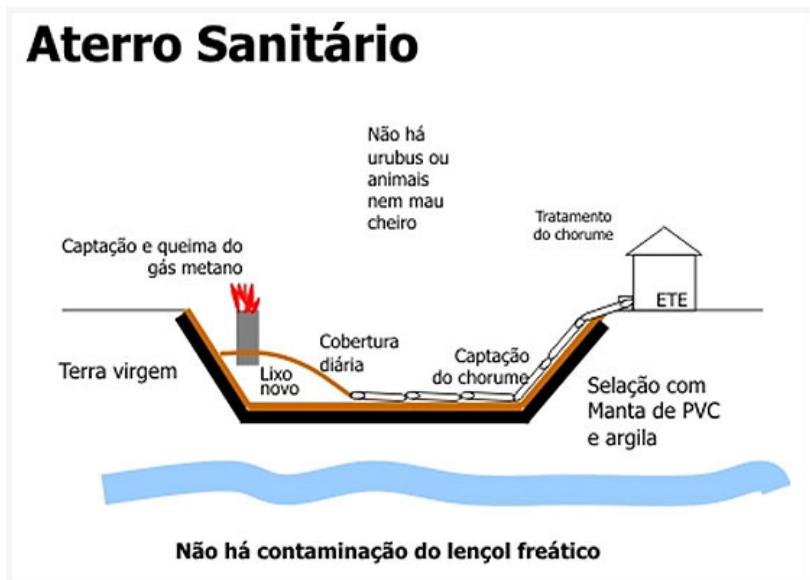
De acordo com a NBR 8.419 (1992) um aterro sanitário é

[...] uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-lo ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra a cada jornada de trabalho ou em intervalos menores se necessário

Bidone (1999) afirma que quando a disposição dos resíduos sólidos urbanos é realizada adequadamente em aterros sanitários evita-se:

- Problemas com a proliferação de vetores (ratos, moscas, mosquitos e baratas);
- Espalhamento dos resíduos leves ao redor do local de disposição;
- Poluição das águas, sejam elas superficiais ou subterrâneas, pelo líquido percolado.

Na Figura 11, verifica-se um desenho esquemático de um aterro sanitário, onde é possível verificar a impermeabilização do solo, a captação e tratamento do chorume e a indicação de cobertura diária dos resíduos.

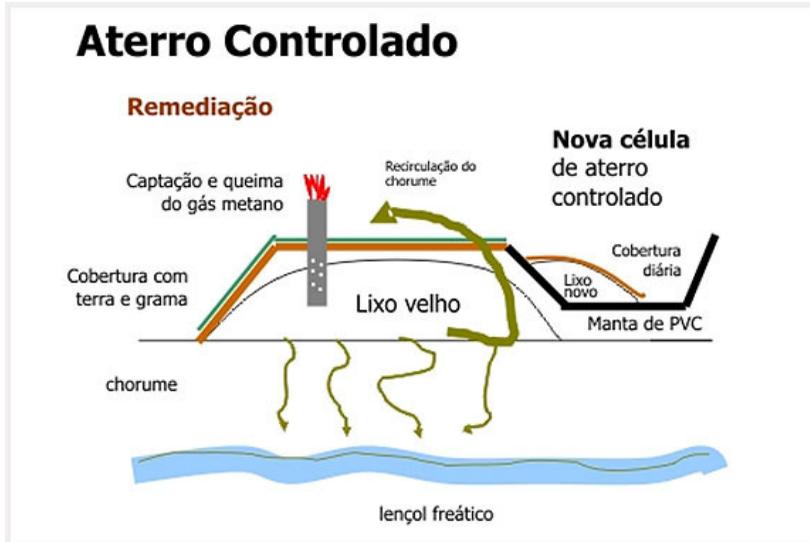


**Figura 11** - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um aterro sanitário.

Fonte: site lixo.com (2008).

### 6.13 Aterro controlado

Para Bidone (1999) um aterro controlado é uma forma de disposição dos resíduos no solo por um período determinado, adotando-se algumas medidas técnicas como a cobertura diária dos resíduos com argila, minimizando os riscos de impactos ao meio ambiente e à saúde pública. A Figura 12 mostra o desenho esquemático de um aterro controlado onde verifica-se que não há tratamento prévio do solo, nem de chorume. Somente a cobertura diária dos resíduos.



**Figura 12** - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um aterro controlado.

Fonte: site lixo.com.br (2008).

É uma forma de dispor os resíduos sólidos urbanos menos prejudicial que o lixão, mas ainda não é a ideal, já que o aterro controlado não prevê a impermeabilização do solo, nem o tratamento dos líquidos percolados e dos gases.

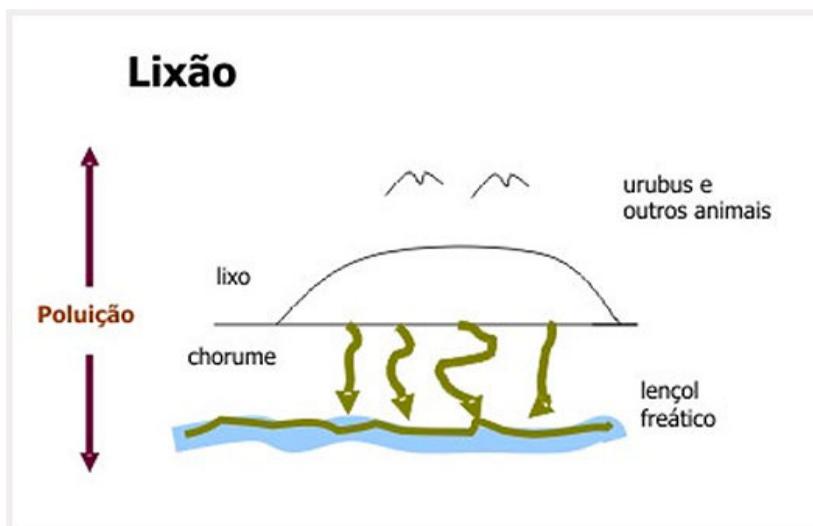
#### 6.14 Lixão ou vazadouro a céu aberto

Constitui a forma mais comum de destinação dos resíduos nos municípios brasileiros, segundo IBGE (2000) mais de 63% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos a céu aberto. É uma forma inadequada de disposição já que não prevê qualquer técnica de proteção ao meio ambiente, ocasionando problemas a saúde pública devido à proliferação de vetores de doenças. A esta forma de disposição se associa problemas ambientais como a contaminação das águas subterrâneas e superficiais devido à produção do chorume (líquido percolado pela decomposição de matéria orgânica) e a liberação de maus odores, além da contaminação visual do ambiente. A Figura 13 mostra um lixão com os catadores e animais e a Figura 14 traz um desenho esquemático do lixão.



**Figura 13** - Montanha de lixo disposto a céu aberto, atraindo animais e catadores.

Fonte: lixo.com (2008).



**Figura 14** - Desenho esquemático mostrando a estrutura física de um vazadouro a céu aberto (lixão).

Fonte: site lixo.com.br (2008).

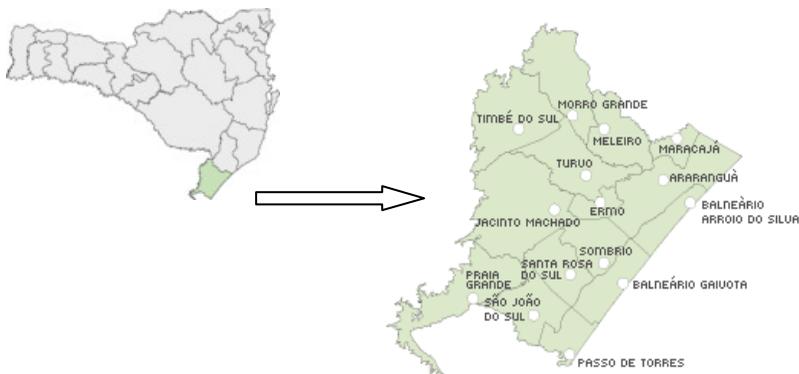
## **CAPÍTULO VII**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

A pesquisa foi realizada em dois municípios localizados na região da AMESC (Associação de Municípios do Extremo Sul Catarinense) que foram escolhidos por motivos distintos: o primeiro, Turvo, por ser o município onde a autora reside e por ter interesses em conhecer a situação dos resíduos de sua cidade, e o segundo, município de Maracajá, por dar um tratamento diferenciado aos seus resíduos, quando comparado aos demais municípios da associação. No mapa da Figura 15 é possível ver a localização geográfica dos municípios.

Os dados e informações aqui relatados foram coletados pela autora junto aos funcionários atuais e antigos das prefeituras, pela aplicação do questionário que se encontra em anexo, também foram obtidas informações de moradores da cidade. É importante deixar claro a dificuldade de coleta de dados em ambos os municípios. Não há uma secretaria ou um responsável pelo setor, e os dados mais antigos não estão registrados em documentos. E tudo fica ainda mais complicado quando se percebe que, com a mudança na administração municipal, alguns funcionários também são substituídos, levando consigo dados importantes. Não há um registro de gastos discriminados, nem de quantidades geradas ou coletadas, muito menos registro de quantidades geradas por região ou tipo de resíduo gerado por região. Não há um controle de quantidades coletadas nas áreas urbanas e rurais em separado, e como a coleta nas áreas rurais acontece com frequência menor que na área urbana, há uma dificuldade em se calcular geração por habitante, ou geração por região.

Um outro fator comum a todos os municípios da AMESC é que os resíduos descartados são depositados no aterro da SANTEC Resíduos, localizado no município de Içara, conforme visualizado na Figura 16. Cada município apresenta uma forma de tratar os resíduos de sua cidade, mas a mais comum utilizada é a simples coleta, sem segregação anterior. Alguns municípios possuem centros de triagem, onde uma separação é realizada posteriormente à coleta, mas uma quantidade grande de resíduos recicláveis é perdida em meio aos resíduos não recicláveis e orgânicos, devido à contaminação, já que ficam numa mesma sacola.



**Figura 15** - Localização dos municípios pertencentes à Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense, no estado de Santa Catarina.  
Fonte: AMESC (2009).



**Figura 16** - Localização do aterro sanitário SANTEC Resíduos, no município de Içara-SC.

Fonte: SANTEC Resíduos (2009).

A seguir um relato e análise da questão ambiental relacionada aos resíduos sólidos urbanos gerados nos municípios de Turvo e Maracajá.

## **7.1 Cidade de Turvo-SC**

O município de Turvo foi fundado em 1949 e está localizado no litoral sul de Santa Catarina, distante 250 km da capital, Florianópolis. Possui uma área de 234 km<sup>2</sup> e uma população de 11.386 habitantes (IBGE-2008), sendo 5.350 habitantes da zona rural e 6.036 da zona urbana.

De acordo com o site do município, a economia da cidade gira em torno da agricultura, principalmente com a produção de grãos, rendendo à cidade o título de Capital Brasileira da Mecanização Agrícola e o terceiro maior produtor de arroz de Santa Catarina. Os principais produtos cultivados são o arroz, o milho, o fumo, o feijão e a banana. A pecuária está presente com elevado contingente de animais como bovinos, suínos, eqüinos, caprinos e aves e as pastagens representam 20% dos imóveis rurais. O município também conta com diversos açudes para criação de peixes, inclusive peixes criados dentro das canchas de arroz, aproveitando o esterco destes como adubo para a plantação (rizipiscicultura).

Mas a economia da cidade não gira só em torno da agricultura, também estão presentes diversas indústrias com vários ramos de atividade e em expansão, como é o caso das indústrias de beneficiamento de arroz e de sementes, fábricas de móveis, de jeans, confecções diversas, artefatos de cimento, construção civil, esquadrias de ferro e alumínio, entre outras.

### ***7.1.1 Histórico da situação dos resíduos na cidade de Turvo***

Os dados e situações relatadas nos próximos parágrafos foram coletados através de conversas com funcionários da prefeitura de Turvo e pela aplicação de um questionário preliminar (em anexo).

Até meados da década de 80, os resíduos sólidos urbanos só eram coletados na área urbana, duas vezes por semana e eram despejados às margens dos rios ou em terrenos afastados do centro da cidade. Os resíduos gerados nas residências rurais não eram coletados pela prefeitura, ficando por conta da população, que depositava seus resíduos nas margens das estradas, dos rios ou queimavam no quintal de casa.

No início da década de 90, a prefeitura municipal adquiriu um terreno nas proximidades do centro da cidade onde passou a depositar os resíduos a céu aberto. Os resíduos ficavam expostos às chuvas, contaminando as águas subterrâneas e superficiais, muitos catadores freqüentavam o lixão à procura de resíduos recicláveis e passou a ser um local de proliferação de animais e vetores de doenças.

Por volta do ano 2000, a prefeitura tentou implantar um aterro controlado no nesse mesmo local, cobrindo os resíduos com argila após cada turno de trabalho. Logo foi desativado, segundo os funcionários da prefeitura, devido às dificuldades operacionais, voltando a depositar os resíduos no lixão a céu aberto.

Em 2003, construiu-se um centro de triagem e adaptou-se um caminhão que seria utilizado para coleta seletiva, mas por motivos de mudança na administração municipal, o projeto nem chegou a ser implantado.

Em 2005, sob a nova administração, elaborou-se um projeto de melhoria no sistema de limpeza pública que incluía coleta seletiva e educação populacional. Era o projeto “Jogo limpo com o meio ambiente”. A prefeitura distribuiu panfletos pela cidade e usou a mídia local para divulgar o projeto.

Os moradores foram incentivados a separar seus resíduos em duas classes: resíduos secos (os recicláveis) e resíduos molhados (resíduos orgânicos e não recicláveis). As sacolas com os resíduos separados seriam depositadas em lixeiras, devidamente identificadas, que foram distribuídas em todo centro da cidade. Na zona rural não foram distribuídas lixeiras, nem orientou-se a população em separar seus resíduos. Os resíduos da zona rural eram coletados quinzenalmente e despejados no galpão do centro de triagem, muitas vezes misturados aos resíduos coletados na zona urbana.

As sacolas de resíduos eram coletadas pelo caminhão coletor que possuía duas separações e eram levadas ao centro de triagem, onde sofriam uma nova inspeção e separação. Os resíduos recicláveis eram separados e leiloados, já os demais resíduos, encaminhados ao aterro sanitário SANTEC Resíduos. As quantidades de resíduos coletadas no município de Turvo, nesta época são vistas na Quadro 6. Pode-se observar uma quantidade mínima de resíduos recicláveis sendo separada, em torno de 10%. Enquanto que 90% dos resíduos coletados eram encaminhados ao aterro sanitário.

Os resíduos da área rural eram coletados quinzenalmente e, a maioria das sacolas eram verificadas no centro de triagem, já que possuíam maior quantidade de resíduos recicláveis.

	<b>Resíduos recicláveis</b>	<b>Resíduos orgânicos e não recicláveis</b>	<b>Quantidade total</b>
Quantidade	12 ton	100 ton	120 ton
Percentual	10,00%	90,00%	-

**Quadro 6** - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Turvo durante fase de implantação do projeto de gerenciamento dos resíduos urbanos.

Fonte: Funcionários da prefeitura (2005).

O insucesso do projeto deve-se, segundo moradores, à falta de incentivo, motivação e instrução da população. A falta de informação sobre a forma de separar, serviu de desculpa para não fazê-la de forma efetiva.

As quantidades de resíduos separadas como recicláveis são aproximadas e não há registro das classes separadas pelos funcionários. Segundo os funcionários, os resíduos comumente separados como recicláveis eram garrafas de refrigerantes, latas de alumínio, papéis e papelão. Também não havia diferenciação quanto à coleta urbana e rural. Os resíduos coletados nas duas áreas eram misturados num mesmo monte e só então os funcionários faziam a verificação das sacolas.

Os administradores deveriam ter previsto aqui a separação dos resíduos orgânicos, um tratamento diferenciado aos resíduos coletados na zona rural (devido à frequência de coleta e diferenças nos tipos de resíduos enviados) e também um sistema de registro de dados que facilitasse a consulta posterior.

### **7.1.2 Situação atual dos resíduos na cidade de Turvo**

Atualmente, a coleta dos resíduos em Turvo é realizada diariamente na região urbana e quinzenalmente na zona rural. Trabalham neste setor 14 funcionários, sendo 2 motoristas, 4 coletores e 8 no centro de triagem, fazendo a separação.

Alguns moradores ainda tentam separar os resíduos em casa, mas a grande maioria não o faz. Os resíduos são coletados pelos funcionários da prefeitura em um caminhão coletor que já não apresenta mais separação. São encaminhados ao centro de triagem, onde passam por uma separação aleatória: os funcionários escolhem os sacos que serão verificados, baseados no formato e volume. É claro que isto dificulta muito o trabalho dos funcionários e acaba reduzindo a quantidade de resíduos recicláveis separada, pois muitos destes acabam sendo

contaminados ou nem são percebidos no meio das outras sacolas.

Atualmente são coletados, mensalmente, 110 toneladas de resíduos em todo o município. Não houve explicação quanto à redução na quantidade de resíduos coletada no município. Apesar da coleta na zona rural e na zona urbana serem separadas, os resíduos acabam sendo misturados no galpão, não permitindo uma diferenciação dos mesmos. Não há dados com relação às classes de recicláveis separadas e nem quantidades exatas. As quantidades coletadas e separadas estão mostradas na Quadro 7. Estes dados foram fornecidos pelos funcionários atuais da prefeitura.

	<b>Resíduos recicláveis</b>	<b>Resíduos orgânicos e não recicláveis</b>	<b>Quantidade total</b>
Quantidade	10 ton	100 ton	110 ton
Percentual	9,09%	90,90%	-

**Quadro 7** - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Turvo atualmente.

Fonte: Funcionários da prefeitura (2008).

Os resíduos separados como recicláveis são estocados no galpão do centro de triagem e, após adquirirem uma quantidade adequada (em torno de 50 toneladas) são leiloados rendendo divisas ao município. No último leilão, realizado em julho de 2008, 60ton de resíduos recicláveis, arrecadas em 6 meses, foram leiloados, rendendo à prefeitura um montante de R\$ 18.000,00. Os resíduos recicláveis coletados de julho de 2008 até abril de 2009 não foram leiloados até o momento, estão armazenados no centro de triagem.

Os resíduos orgânicos não são separados e, juntamente com os resíduos não recicláveis, são encaminhados ao aterro sanitário SANTEC Resíduos situado a pouco mais de 50 km, na cidade de Içara, conforme Figura 16 mostrada anteriormente. O transporte destes resíduos é realizada por uma empresa terceirizada e é feita duas vezes por semana.

O custo de disposição no aterro é de cerca de R\$68,00/ton e o transporte custa R\$45,00/ton transportada. Segundo funcionários, os gastos com transporte e disposição dos resíduos descartáveis ultrapassam R\$11.000,00 mensais,

Mais uma vez cabe ressaltar a necessidade em separar os resíduos orgânicos e encaminha-los ao processo de compostagem, diminuindo, consideravelmente as quantidades de resíduos encaminhadas ao aterro. Também a importância em não misturar os resíduos coletados na zona rural com os da zona urbana, em função das diferenças de composição

devido à frequência da coleta. E a criação de um banco de dados, registrando as quantidades coletadas, os tipos de resíduos coletados, separados, entre outros dados.

## **7.2 Cidade de Maracajá - SC**

O município de Maracajá foi fundado em 1967 e está localizado no litoral sul de Santa Catarina, distante 210 km da capital, Florianópolis. Possui uma área de 63 km<sup>2</sup> e uma população de 6.130 habitantes (IBGE-2008), sendo 3.010 habitantes da zona rural e 3.120 da zona urbana.

A economia do município está voltada para a agricultura e algumas indústrias também se fazem presentes como facções e cerâmicas.

### ***7.2.1 Histórico da situação dos resíduos na cidade de Maracajá***

Os dados e situações relatadas nos próximos parágrafos foram coletados através de conversas com funcionários da prefeitura e pela aplicação de um questionário preliminar (em anexo).

Por volta da década de 80, o setor de limpeza pública do município era bastante deficitário. Com relação aos resíduos sólidos urbanos, só eram coletados na área urbana. Os resíduos gerados nas residências rurais não eram coletados, ficando por conta da população, que depositava seus resíduos nas margens dos rios ou eram queimados no quintal de casa.

Os resíduos coletados na área urbana, pela prefeitura, eram despejados, também, às margens de um rio que corta a cidade. Parte destes resíduos eram levados pelas águas e outra parte eram queimado pelos próprios funcionários. Eram restos de alimentos, plásticos, papéis, metais, borrachas, entre outros materiais levados pelo curso do rio.

Tentando amenizar a situação, a administração municipal disponibilizou um terreno, próximo à cidade, onde os resíduos foram depositados durante alguns anos, mas sem qualquer controle ou cuidado ambiental. Os resíduos ficavam descobertos, expostos às chuvas, contaminando as águas superficiais e subterrâneas e consistiam um ambiente propício à proliferação de animais e vetores de doenças.

Em meados da década de 90, buscou-se uma outra alternativa para a disposição do lixo da cidade: criou-se um aterro controlado. Os

resíduos eram depositados sobre o solo sem tratamento, mas eram recobertos com argila ao final de cada expediente de trabalho.

Em 2002, a administração municipal, juntamente com órgãos importantes da cidade, pensaram num projeto revolucionário, para a época e para a região: implantar a coleta seletiva e dar um destino adequado aos resíduos descartáveis da cidade.

Uma equipe de funcionários da prefeitura fez visitas a alguns municípios brasileiros que gerenciavam adequadamente seus resíduos e contratou uma empresa para fazer os treinamentos dos funcionários, para adequar os equipamentos e para dar início aos trabalhos.

Iniciou-se uma campanha de divulgação em massa, atingindo toda a população. Diversas palestras foram realizadas nos principais pontos de encontro da população da cidade, como clube de mães, centros de pastorais, clube da terceira idade, nas igrejas, centros comunitários e, principalmente nas escolas.

As crianças foram o alvo principal da campanha e foram peças chave neste projeto. Organizou-se um concurso onde seriam escolhidos o slogan e o mascote da campanha. Todas as escolas da cidade participaram e o slogan escolhido para a campanha foi: “Lixo separado, Maracajá bem cuidado”. O mascote escolhido pela criançada foi um gato, cujo nome era “Maraquinha”.

Além da campanha de educação ambiental, também foram necessárias adaptações e compras de equipamentos apropriados para a coleta seletiva, como a adequação do caminhão para coleta que passou a ter três compartimentos, onde seriam separados os resíduos orgânicos, recicláveis e o rejeito. Também foi construído um centro de triagem, num galpão próximo à cidade, uma prensa e algumas mesas separadoras foram providenciadas, além de outros equipamentos.

A coleta nas residências era diária na área urbana e semanal na área rural. Os moradores deveriam separar os resíduos em três classes: orgânicos (lixeira deixada na cozinha, sobre a pia), recicláveis (lixeira maior na área de serviço) e rejeito (lixeira do banheiro). As sacolas eram depositadas numa mesma lixeira, em frente às residências. O funcionário coletor, após treinamento, identificava e separava as sacolas pelo formato e peso, colocando cada uma no devido compartimento do caminhão. Todos os resíduos eram levados ao centro de triagem e lá cada tipo de resíduo tinha seu destino determinado: os resíduos orgânicos passariam pelo processo de compostagem, transformando-se em adubo que seria utilizado nas hortas das escolas. Os resíduos recicláveis passavam por uma vistoria e uma separação mais detalhada e então comercializados. Já os rejeitos eram encaminhados ao aterro

sanitário SANTEC Resíduos localizado na cidade de Içara, distante 14 Km de Maracajá, que pode ser visto no mapa da Figura 16, mostrada anteriormente.

A prefeitura terceirizou o serviço de inspeção dos resíduos no centro de triagem. Os resíduos separados eram comercializados e o rendimento da venda era propriedade da empresa terceirizada responsável pela manutenção dos equipamentos e instalações do centro de triagem. Além da venda dos resíduos, a empresa recebia da prefeitura um montante em dinheiro, que supria os gastos com funcionários.

Durante a implantação deste projeto, a participação das crianças foi fundamental, pois atuaram como fiscalizadoras nas residências. Nas escolas foi criada uma disciplina chamada “Educação patrimonial e ambiental”, que incentivava a participação e discussão com as crianças sobre as conseqüências e vantagens de uma separação efetiva dos resíduos domiciliares.

As quantidades de resíduos coletadas e separadas no início da implantação do projeto de coleta seletiva podem ser visualizadas na Quadro 8. Pelos relatos dos funcionários da época, a separação dos resíduos nas residências chegava quase que a totalidade, poucas quantidades de resíduos recicláveis encontravam-se misturadas aos resíduos orgânicos ou ao rejeito.

	<b>Resíduos orgânicos</b>	<b>Resíduos recicláveis</b>	<b>Rejeito</b>	<b>Quantidade total</b>
Quantidade	25 ton	23 ton	27 ton	75 ton
Percentual	33,33%	30,66%	36,00%	-

**Quadro 8** - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente na época de implantação do projeto de coleta seletiva.

Fonte: Funcionários da prefeitura e centro de triagem (2002).

Estas quantidades são aproximadas e baseiam-se nos relatos dos funcionários, não existem registros da época. Como foi mencionado, a venda dos recicláveis não rendia fundos à prefeitura, mas sim à empresa terceirizada. Não há registros das classes de recicláveis separados e também não há registro das quantidades e tipos de resíduos coletados na zona rural e urbana.

### **7.2.2- Situação Atual dos Resíduos na Cidade de Maracajá**

Atualmente, a coleta dos resíduos sólidos urbanos no município

de Maracajá, vem sendo realizada da mesma maneira que no início do projeto. A frequência também foi mantida: diariamente na área urbana e semanalmente na área rural. Os moradores continuam separando seus resíduos nas residências, depositam nas lixeiras em frente às casas e os coletores separam as sacolas nos compartimentos do caminhão coletor.

Segundo moradores da cidade, há alguns anos a campanha de divulgação e instrução foi deixada de lado. O que restou foi a disciplina de “Educação patrimonial e ambiental” nas escolas, mas a própria população admite não estar fazendo a separação corretamente como fazia no início do projeto.

Alguns moradores dizem que, esquecem como se faz a separação ou ainda que, quando percebem já misturaram todos os resíduos, e acabam encaminhando assim mesmo para a coleta. Os funcionários do centro de triagem confirmam esta informação, dizendo que houve um aumento nas quantidades de resíduos recicláveis misturados aos resíduos não recicláveis. Agora a inspeção acontece também nas sacolas de rejeito e há muito resíduo reciclável misturado que acaba indo para o aterro. Também houve um aumento significativo na quantidade de resíduos coletada, em função, segundo os funcionários, do aumento de moradores, já que devido à construção de uma rodovia federal que passa pelo município, os trabalhadores da obra estão residindo na cidade. As quantidades coletadas e separadas atualmente no município são visualizadas no Quadro 9.

	<b>Resíduos orgânicos</b>	<b>Resíduos recicláveis</b>	<b>Rejeito</b>	<b>Quantidade e total</b>
Quantidade	26 ton	21 ton	38 ton	85 ton
Percentual	30,60%	24,70%	44,70%	-

**Quadro 9** - Quantidade de resíduos coletada e separada mensalmente no município de Maracajá atualmente.

Fonte: Funcionários da prefeitura e centro de triagem (2008).

A quantidade total de resíduos coletadas aumentou, conforme foi comentado anteriormente, mas as proporções de resíduos recicláveis e orgânicos separadas não foram mantidas. O percentual de resíduos orgânicos separados e encaminhados à compostagem, por exemplo, teve uma diminuição, passou de 33% no início do projeto, para 30,6% atualmente. O percentual de resíduos recicláveis separados também caiu de 31% para 24,7%. Consequentemente, houve um aumento no percentual de resíduos não recicláveis: de 36% para 44,7%. A falta de disciplina da população e a má vontade de alguns contribuíram para

estes números.

Atualmente, os gastos com transporte e disposição dos resíduos descartáveis no aterro chegam a R\$3.000,00 mensais. Além disto, a prefeitura repassa à empresa terceirizada, que faz a separação, R\$140,00 por tonelada de resíduos separada (orgânico ou reciclável), chegando a cerca de R\$6.500,00 mensais.

A política de educação ambiental é fator importante num tratamento adequado dos resíduos, não pode ser abandonada. Deve existir um sistema de coleta e armazenamento de dados para possíveis consultas, facilitando a tomada de decisões.

## **CAPÍTULO VIII**

### **PROPOSTA**

O Programa Resíduos Sólidos Urbanos integrante do Plano Brasil de Todos – Plano Plurianual PPA - 2004/2007 constituiu-se em um programa interministerial do Governo Federal que compartilha ações na área de Resíduos Sólidos, tendo unificado e substituído os antigos programas Brasil Joga Limpo do Ministério do Meio Ambiente, Resíduos Sólidos Urbanos do Ministério das Cidades e Saneamento Básico – Ação Resíduos Sólidos da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA.

Devido à ampliação do escopo dos antigos Programas, voltada para a inserção do componente sócio econômico na solução dos problemas decorrentes da existência de lixões e do trabalho insalubre de famílias de catadores, incluindo crianças no lixo, o atual programa passou a integrar ações complementares de outros Ministérios - do Trabalho e Emprego, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, por intermédio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, bem como, parcerias com a Caixa Econômica Federal.

O Programa Resíduos Sólidos Urbanos tem por objetivo aumentar a cobertura e a eficiência dos serviços municipais de limpeza urbana na perspectiva da universalização e da sustentabilidade dos empreendimentos, tendo como foco preponderante a inclusão sócio-econômica de catadores e o encerramento de lixões. Baseado nos princípios da redução, da reutilização e da reciclagem de resíduos sólidos urbanos, o Programa visa também a promoção da prevenção da geração e da redução de resíduos em áreas urbanas, bem como a adoção de sistemas de gestão e planejamento ambiental, de produção limpa, de eco-eficiência nos processos produtivos e de destinação adequada de resíduos sólidos urbanos.

A distribuição de competências entre os órgãos federais para atuação na área de Resíduos Sólidos Urbanos é definida pela população total do município, segundo o Censo 2000 do IBGE, da seguinte forma:

- Até 30.000 habitantes - Fundação Nacional de Saúde;
- Entre 30.000 e 250.000 habitantes - Ministério do Meio Ambiente;
- Acima de 250.000 habitantes e municípios de Regiões

Metropolitanas e Regiões Integradas de desenvolvimento Econômico (RIDE's) - Ministério das Cidades.

## **8.1 Critérios**

### ***8.1.1 Critérios de enquadramento do município***

Os critérios de enquadramento do município no programa são:

- Municípios que tenham aderido ao Programa Lixo e Cidadania;
- Municípios que tenham assinado Termo de Ajustamento de Conduta sobre

### ***8.1.2 Critérios de prioridade de apoio***

Os critérios de prioridade de apoio são:

- Municípios que constarem dos extratos 1 e 2, da última relação elaborada pela Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, Gerência da Dengue, da Fundação Nacional de Saúde, a qual lista os municípios com casos de dengue e com mosquito da dengue;
- Municípios que possuam Índice de Desenvolvimento Humano – IDH igual ou inferior a 0,75 (2000);
- Municípios que tenham tido resultados positivos em programas de retirada de crianças dos lixões, de acordo com informações do UNICEF;
- Municípios que tenham desenvolvido, com a participação da Sociedade Civil, Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Municípios que possuam legislação específica sobre Resíduos Sólidos;
- Municípios que tenham em funcionamento regular, Conselhos Municipais de Meio Ambiente de Limpeza Urbana;
- Municípios que tenham qualquer forma de cobrança para custeio dos serviços de limpeza urbana;
- Municípios que tenham propostas consorciadas ou que privilegiem alguma forma de associação;

- Municípios cujas propostas privilegiem a redução da geração, a reciclagem e a reutilização de resíduos;
- Municípios que tenham as fases do sistema, solicitadas e desenvolvidas diretamente pela prefeitura;
- Municípios atendidos pelo Programa Fome Zero;
- Municípios que participem efetivamente de Comitê de Bacias Hidrográficas;
- Municípios integrantes do Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco;
- Municípios localizados na área de influência da Rodovia BR 163;
- Municípios Turísticos e Potencialmente Turísticos classificados pela EMBRATUR;
- Municípios Incluídos no Programa MONUMENTA do Ministério da Cultura/BID, ou constantes da lista geral do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional para Sítios Históricos Urbanos Nacionais ou Conjuntos Urbanos de Monumentos Nacionais.

## **8.2 Objetos financiáveis, pré-requisitos e normas**

### **8.2.1 Ítens financiáveis**

A seguir estão listados os itens financiáveis pelo programa:

- Implantação de obras de Aterro Sanitário, incluindo equipamentos para operação de Aterro Sanitário e recuperação ambiental da área degradada pelo lixo;
- Implantação de Unidades de Tratamento de Resíduos, incluindo obras civis, materiais e equipamentos;
- Implantação de Sistema de Coleta, incluindo a aquisição de veículos, material e equipamento para acondicionamento (cestas e contenedores para Postos de Entrega Voluntária - PEV e Locais de Entrega Voluntária - LEV instalados em logradouros públicos);
- Equipamentos para operação de Aterro Sanitário (só para o caso do município já possuir aterro sanitário);
- Galpão para separação de resíduos sólidos destinado a catadores de resíduos recicláveis;
- Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;

- Projetos de capacitação técnica municipal na área de resíduos.

### ***8.2.2 Pré-requisitos para implantação de obras de aterro sanitário***

Nesta modalidade se incluem obras civis para implantação de Aterros Sanitários e equipamentos. Os pré-requisitos para implantação de aterro sanitário são:

- O município deve atender a, no mínimo, 60% do total da população urbana, com serviços de coleta;
- O Município deve ter área de propriedade da prefeitura para implantação do aterro (ver item 8.4.11, c);
- Apresentar Licença Prévia Ambiental concedida pelo órgão competente (ver item 8.4.11, a), sendo que para liberação do recurso financeiro o Município deverá apresentar a Licença de Instalação. A Licença de Operação deverá ser apresentada quando da Prestação de Contas do Convênio;
- Apresentar Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido, preferencialmente com a participação da sociedade. Caso o município ainda não o possua, deve encaminhar proposta, junto com a solicitação de apoio, para a sua elaboração, de acordo com o Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, (ver item 8.7), elaborá-lo e encaminhá-lo ao MMA até a data da apresentação da prestação de contas. O PGIRS poderá ser elaborado com recursos da contrapartida;
- Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do Projeto, emitida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA (ver item 8.4.1, b);
- O município se obriga a celebrar Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público para a eliminação de lixões e de crianças trabalhando no lixo;
- Apresentar Plano Operacional do Aterro (ver item 8.9).

### ***8.2.3 Pré-requisitos para implantação de unidades de tratamento***

Nesta modalidade se incluem obras civis para implantação de

Unidades de Triagem e/ou Pátios de Compostagem, materiais e equipamentos. Os pré-requisitos para implantação de unidades de tratamento de resíduos no município estão listados a seguir:

- O Município deve ter Aterro Sanitário licenciado pelo órgão ambiental competente (Licença de Operação), implantado e em pleno funcionamento, ou que estejam assegurados os recursos por meio de outras fontes, para a sua implantação;
- Apresentar estudo de viabilidade econômica para a comercialização do material reciclável e do composto gerado (se for o caso) que comprove a geração de benefícios sociais e econômicos;
- O Município deve ter área de propriedade da prefeitura para implantação da obra (ver item 8.4.11, c);
- Apresentar Licença Prévia Ambiental concedida pelo órgão competente (ver item 8.4.11, a), sendo que para a liberação do recurso, o Município deverá apresentar a Licença de Instalação. A Licença de Operação deverá ser apresentada quando da Prestação de Contas do Convênio;
- Apresentar o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido preferencialmente com a participação da sociedade, de acordo com o Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, (ver item 8.7);
- Apresentar proposta de participação de associação/cooperativa de catadores de materiais recicláveis na unidade financiada;
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do Projeto, emitida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA (ver item 8.4.11, b);
- O município se obriga a celebrar Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público para a eliminação de lixões e de crianças trabalhando no lixo;
- Apresentar Plano Operacional da Unidade de Tratamento.

#### ***8.2.4 Pré-requisitos para implantação de sistema de coleta***

Incluindo a aquisição de veículos, de material e equipamento para acondicionamento (cestas e contenedores para PEVs e LEVs instalados em logradouros públicos).

#### 8.2.4.1 Coleta seletiva

Os pré-requisitos para implantação de sistema de coleta seletiva no município são:

- Apresentar Plano de Coleta de Resíduos Sólidos (ver item 8.8);
- O Município deve ter Aterro Sanitário ou Controlado, licenciado pelo órgão ambiental competente (Licença de Operação), implantado e em pleno funcionamento, ou que estejam assegurados os seus recursos por meio de outras fontes, para a sua implantação;
- Apresentar estudo de viabilidade econômica para a comercialização do material reciclável e do composto gerado (se for o caso) que comprove a geração de benefícios sociais e econômicos;
- O Município deve ter implantado Programa de Educação Ambiental, ou a garantia de recursos de qualquer fonte, para iniciá-lo antes da implantação da Coleta Seletiva, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei nº 9.795, de 27/04/99;
- Apresentar o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido preferencialmente com a participação da sociedade, de acordo com o Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (ver item 8.7);
- Apresentar proposta de participação de associação/cooperativa de catadores de materiais recicláveis na unidade financiada;
- O município se obriga a celebrar Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público para a eliminação de lixões e de crianças trabalhando no lixo.

#### 8.2.4.2 Coleta convencional

Os pré-requisitos para implantação da coleta convencional no município são:

- Apresentar Plano de Coleta de Resíduos Sólidos (ver item 8.8);

- Apresentar Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido preferencialmente com a participação da sociedade. Caso o município ainda não o possua, deve encaminhar proposta, junto com a solicitação de apoio, para a elaboração de acordo com o “Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos” (ver item 8.7). Elaborá-lo e encaminhá-lo ao MMA até a data da apresentação da prestação e contas. O PGRIS poderá ser elaborado com recursos da contrapartida.

### ***8.2.5 Pré-requisitos para aquisição de equipamentos para operação de aterro sanitário***

Os pré-requisitos para aquisição de equipamentos para operação de aterro sanitário (somente para o caso do município já possuir aterro sanitário) estão listados a seguir:

- Apresentar a licença de operação atualizada, fornecida pelo órgão ambiental competente, que comprove que o aterro se encontra em funcionamento;
- Apresentar o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido preferencialmente com a participação da sociedade, de acordo com o “Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos” (ver item 8.7);
- Apresentar Plano Operacional do Aterro (ver item 8.9).

### ***8.2.6 Pré-Requisitos para implantação de galpão para separação de resíduos destinados a catadores***

Os pré-requisitos para implantação de galpão para separação de resíduos sólidos urbanos são:

- O Município deve ter área de propriedade da prefeitura para implantação do galpão (Ver item 8.4.11, c);
- Apresentar Licença Prévia Ambiental concedida pelo órgão competente (ver item 8.4.11, a), sendo que para a liberação do recurso, o Município deverá apresentar a Licença de Instalação. A Licença de Operação deverá ser apresentada quando da Prestação de Contas do Convênio;

- Apresentar Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS, desenvolvido, preferencialmente com a participação da sociedade. Caso o município ainda não o possua, deve encaminhar proposta, junto com a solicitação de apoio, para a sua elaboração de acordo com o Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, (ver item 8.7), elaborá-lo e encaminhá-lo ao MMA até a data da apresentação da prestação e contas. O PGIRS poderá ser elaborado com recursos da contrapartida;
- Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do Projeto, emitida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA (ver item 8.4.11, b);
- Apresentar documentação legal que comprove a organização dos catadores;
- Apresentar plano de utilização da unidade em conformidade com a coleta seletiva desenvolvida por associação/cooperativa de catadores de materiais recicláveis.

### ***8.2.7 Normas e resoluções a serem observadas***

Os projetos devem estar de acordo com a Lei 8.666, de 21.07.93 (contratação de projetos), com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, com as Resoluções do CONAMA e com as Resoluções da ANVISA, todas, referentes à limpeza pública.

#### ***8.2.7.1 Normas técnicas a serem observadas***

A seguir lista-se as normas técnicas a serem observadas na implantação do programa:

- Para aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, considerar NBR-8.419 NBR-843 - 1992;
- Para amostragem de resíduos NBR-10.007 NBR-1.068 – 1987;
- Para a coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos, considerar NBR-12.980 - 1993;
- Para armazenamento de resíduos classe IIA - Não inertes e IIB - inertes, considerar NBR-11.174 1990;
- Para a coleta de resíduos sólidos, considerar NBR-13.463 -

1995;

- Para aterros de resíduos não perigosos, considerar - Critérios para projeto, implantação e operação de aterros – Procedimento NBR-13.896 - 1997;
- Para resíduos sólidos, considerar NBR-10.004 CB155 - 1987;
- Para transporte de resíduos, considerar NBR-13.221 - 1994;
- Para compostagem NBR-13.591 - 1996;
- Classificação de resíduos sólidos NBR-10.004;
- Variação de vias e logradouros públicos, bem como os equipamentos utilizados NBR-13.464.

### *8.2.7.2 Resoluções a serem observadas*

As resoluções a serem observadas quando da implantação do programa estão listadas a seguir:

Resolução CONAMA: Nº 006, Ano:1991 - "Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos";

Resolução CONAMA: Nº 005, Ano:1993 - "Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários";

Resolução CONAMA: Nº 275, Ano:2001 - "Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva";

Resolução CONAMA: Nº 283, Ano:2001 - "Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde";

Resolução CONAMA: Nº 307, Ano:2002 - "Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil";

Resolução CONAMA: Nº 308, Ano:2002 - "Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte";

Resolução ANVISA RDC nº 306, 07/12/04 – “Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde”.

## 8.3 Componentes e despesas não financiáveis

### 8.3.1 Componentes não financiáveis

Os componentes não financiáveis pelo programa estão listados a seguir:

- Etapas e partes do sistema que não integrem um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRS;
- Propostas que contemplem coleta de resíduos gerados por fontes industriais e/ou agro-industriais;
- Material e equipamentos, quando solicitados isoladamente;
- Compra ou desapropriação de terrenos para atender a qualquer modalidade.

### 8.3.2 Despesas não financiáveis

As despesas não financiáveis pelo programa estão listadas a seguir:

- Despesas de capital para Organizações Não Governamentais;
- Despesas a título de taxa de administração, gerência ou similar;
- Despesas para elaboração da proposta;
- Gratificação, consultoria, assistência técnica ou qualquer espécie de remuneração adicional ao pessoal com vínculo empregatício da instituição proponente ou de entidades da Administração Pública Federal, Estadual ou Municipal;
- Gratificação, consultoria, assistência técnica ou qualquer espécie de remuneração adicional aos integrantes dos Conselhos Diretores das entidades proponentes;
- Pagamentos de taxas bancárias, multas, juros ou correção monetária, inclusive referente a pagamentos ou recolhimentos fora dos prazos;
- Despesas com pessoal e obrigações patronais, exceto as decorrentes de serviços prestados por pessoas físicas, de natureza eventual, na execução do projeto;
- Pagamento de dividendos ou recuperação de capital investido;
- Compra de ações, debêntures ou outros valores mobiliários;

- Despesas gerais de manutenção das instituições proponentes ou executoras do projeto;
- Financiamento de dívida;
- Aquisição de bens móveis usados;
- Aquisição de bens imóveis;
- Despesas com publicidade, salvo as de caráter educativo, informativo ou de orientação social, que não contenham nomes, símbolos ou imagens que caracterizem promoção pessoal de autoridades ou pessoas, servidores ou não, das instituições participantes;
- Consultoria especializada (consultores nacionais e estrangeiros), mesmo que o consultor não ocupe cargo ou emprego na Administração Pública direta ou indireta da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

## **8.4 Documentação necessária à formalização de convênios**

### ***8.4.1 Ofício de encaminhamento***

O Chefe do Poder Executivo deve encaminhar Ofício ao Ministério do Meio Ambiente mencionando o objeto do apoio, o valor do recurso solicitado e da contrapartida, informando se o recurso consta de emenda no Orçamento Geral da União e, neste caso, especificando-a, além dos documentos/projetos previstos neste Manual.

### ***8.4.2 Plano de trabalho***

Constituído do conjunto de dados cadastrais e informações relativas à obra ou ação pretendida (formulário no item 9.2.1, em anexo).

### ***8.4.3 Formulário situacional***

Constituído do conjunto de informações relativo às diversas fases do Sistema de Limpeza Urbana no Município. (formulário no item 9.2.2, em anexo).

#### ***8.4.4 Declaração de contrapartida***

Modelo constante no item 9.2.4, em anexo.

#### ***8.4.5 Declaração de atendimento à lei de diretrizes orçamentárias***

Modelo constante no item 9.2.5, em anexo.

#### ***8.4.6 Documentos do representante do Prefeito/Governador***

O representante do prefeito/governador deve apresentar a seguinte documentação:

- a) Identidade;
- b) CPF/MF;
- c) Informar o Estado Civil;
- d) Endereço atualizado completo (residencial) com comprovante de residência;
- e) Termo de Posse (para governador ou prefeito);
- f) Termo de Nomeação (Decretos, Portarias, etc), ou Ata registrada de eleição da diretoria atual (no caso de instituição).

#### ***8.4.7 Informações sobre a Presidência da Câmara de Vereadores ou da Assembléia Legislativa do Estado***

- a) Nome do titular do Cargo;
- b) Endereço da Instituição.

#### ***8.4.8 Documentação institucional permanente***

A documentação institucional permanente exigida é listada a seguir:

- a) Cópia da Lei de Criação de novos Municípios, quando for o caso;
- b) Declaração de contrapartida;
- c) Declaração do atendimento à Lei de Diretrizes Orçamentárias – LDO;

- d) Comprovante de abertura de Conta Bancária específica para o Projeto no Banco do Brasil ou Caixa Econômica Federal: Projeto de Resíduos Sólidos – Ministério do Meio Ambiente;
- e) Declaração de que instituiu, regulamentou e arrecada os impostos de sua competência;
- f) Certidão de cumprimento dos Limites Constitucionais relativos à aplicação de recursos nas áreas de Educação e Saúde.

#### ***8.4.9 Documentação institucional vencível***

A documentação institucional vencível é listada a seguir:

- a) Certidão de Quitação de Tributos e Contribuições Federais (disponível em <http://www.receita.fazenda.gov.br>, clicar em Certidão Negativa de Débitos - e depois em Pessoa Jurídica e Emissão da Certidão (Art. 8º da IN SRF nº 80/1997);
- b) Prova de regularidade com a Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (certidão quanto à dívida ativa da União) (disponível em <http://www.pgfn.fazenda.gov.br>, clicar em Serviços e em Dívida Ativa da União;
- c) Certificado de Regularidade com o FGTS (disponível em <https://webp.caixa.gov.br/cidadao/Crf/FgeCfSCriteriosPesquisa.asp> e acrescentar o número do CNPJ do Município e depois clicar em consultar);
- d) Certidão Negativa de Débito - CND ou comprovantes de recolhimento do INSS referentes aos três meses imediatamente anteriores à celebração do Convênio e liberação dos recursos e, se for o caso, também a regularidade quanto ao pagamento de parcelas mensais relativas aos débitos renegociados na forma da Lei nº8.212/91 e Medida Provisória nº 446/94 (disponível em [http://www.dataprev.gov.br/consultas/cons\\_empresas.shtm](http://www.dataprev.gov.br/consultas/cons_empresas.shtm) clicar em Certidão Negativa e Certidão Positiva com Efeitos de Negativa
- e) Prova de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) do Ministério da Fazenda (Certidão CNPJ);
- f) Prova de regularidade com a Fazenda Estadual e Municipal (Certidão e Contribuições Estaduais e Municipais);
- g) Certidão de Regularidade pela Procuradoria da Fazenda Estadual e Municipal – (Certidão da Dívida Ativa do Estado).

#### ***8.4.10 Relação de documentação necessária para a Inclusão no Cadastro Único das Exigências – CAUC***

Os documentos listados a seguir referem-se às determinações contidas na Instrução Normativa da Secretaria do Tesouro Nacional nº 01/2001, que disciplina o cumprimento das exigências para Transferências Voluntárias aos Estados e Municípios, constantes da Lei Complementar nº 101/2001, Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF - e cria o CAUC - Cadastro Único das Exigências para Transferências Voluntárias aos Estados e Municípios. Para dirimir dúvidas sobre este assunto e obter modelos de relatórios, acessar o site: [www.planejamento.gov.br](http://www.planejamento.gov.br).

Os documentos exigidos para inclusão no CAUC são:

- a) Relatório de Gestão Fiscal do último quadrimestre com a comprovação de sua Publicação ou afixação em Quadro Próprio;
- b) Relatório Resumido de Execução Orçamentária do último bimestre com a comprovação de sua publicação ou afixação em quadro próprio;
- c) Comprovação de aplicação dos limites constitucionais (art. 25, § 1º, inciso IV, alínea “b”, da LRF, e art. 212 da constituição), que poderá ser feita mediante certidão ou declaração expedida por Tribunal ou Conselho de Contas sob cuja jurisdição esteja a instituição proponente;
- d) Balanço do último exercício com a comprovação de sua publicação ou sua afixação em quadro próprio, que mostre a aplicação de recursos nas áreas de educação e saúde, receitas tributárias, restos a pagar;
- e) Comprovação do encaminhamento das contas à Secretaria do Tesouro Nacional ou entidade preposta (Caixa Econômica Federal);
- f) Certidão Negativa do Tribunal de Contas do Estado;
- g) Lei Orçamentária de 2005, que estima a receita e limita a despesa do município;
- h) Certificado de Regularidade Previdenciária – CRP (disponível em <http://www.mpas.gov.br/consultaregularidade.asp>).

Observações:

- Os documentos citados deverão ser originais ou, em caso de fotocópias, deverão ser autenticados por tabelião ou, por

servidores do MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, a quem os documentos forem apresentados, não sendo admitidas cópias por reprodução de “fac símile”;

- Para formalização de convênios, é obrigatória a consulta prévia ao CADIN – Cadastro de Inadimplentes e ao SIAF – Sistema Integrado de Administração Financeira, pelos órgãos e entidades que o integram para a celebração de convênios, acordos, ajustes ou contratos. (Decreto nº 1005/93 combinado com a portaria 76/94 de 25/02/94).

#### ***8.4.11 Documentação Complementar***

Além da documentação citada anteriormente, é necessário também:

- a) Apresentar Licença Ambiental concedida pelo órgão ambiental competente para o caso de implantação de Aterro Sanitário, Galpão, Unidade de Reciclagem e/ou Tratamento de Resíduos (cópia autenticada);
- b) Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do Projeto, emitida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA.
- c) Documentação Legal de posse da área objeto da obra (cópia autenticada);
- d) Escritura Pública ou Compromisso de Compra e Venda registrado em cartório de registro de imóveis;
- e) Decreto de Desapropriação da Área, acompanhado do Termo de Imissão de Posse;
- f) Contrato de Comodato da Área por um período correspondente à vida útil do Aterro Sanitário/Unidade de Tratamento/Galpão, com acréscimo de cinco anos, homologado pela Câmara Legislativa Municipal.

## 8.5 Projeto básico de engenharia

### 8.5.1 Considerações gerais

O projeto básico de engenharia deverá conter o detalhamento das partes do sistema escolhido como melhor alternativa para o município, cujas informações permitirão a posterior elaboração do projeto executivo. É, portanto, constituído de um conjunto de elementos técnicos capazes de definir obras e serviços a executar, que possibilitem ao Ministério do Meio Ambiente - MMA o entendimento do projeto e, ao interessado, a abertura de licitação e contratação das obras.

### 8.5.2 Componentes do Projeto

#### 8.5.2.1 Plantas

- **Planta de Situação (aterro sanitário)** - Localização da obra em relação ao município contendo: delimitação da mancha urbana; distritos e povoados; pontos de captação de água superficial e subterrânea para abastecimento público; principais vias de acesso (com nomes); coordenadas geográficas; limites municipais; altitudes; norte geográfico; escala gráfica, desenho em escala IBGE 1:50.000 quando existente. Na ausência desta escala, utilizar outras bases topográficas;
- **Planta de Situação (edificações)** - Localização da obra em relação ao terreno contendo: principais vias de acesso, coordenadas geográficas, norte geográfico, escala gráfica, em escala de 1:5.000 a 1:500;
- **Planta de Perímetro (aterro sanitário e edificações)** - Planta planimétrica em escala 1:1.000, indicando as vias e os confrontantes de tal forma que permitam o reconhecimento das confrontações presentes no documento de posse do terreno;
- **Planta Baixa (aterro sanitário e edificações)** - planta planialtimétrica do aterro em escala 1:1.000, com curvas de nível de metro em metro, mostrando a locação de acessos, platôs,

edificações e pontos notáveis (linhas de transmissão, edificações, postes, cercas), latitude e longitude, cotas topográficas, norte geográfico, cursos de água, e demais elementos físicos relevantes (devem ser indicados as vias e outros elementos físicos da vizinhança que permitam o reconhecimento das confrontações presentes no documento de posse do terreno - Planta de Perímetro) – a ser utilizada como base para a apresentação das seguintes plantas de detalhe:

- a) arranjo final do aterro sanitário, unidade de tratamento ou galpão;
  - b) acessos e edificações de apoio (portaria, balança, dentre outras);
  - c) localização das sondagens realizadas;
  - d) localização das escavações e áreas de depósito, bota fora, empréstimo para cobertura;
  - e) sistema de drenagem de líquidos percolados e gases , contemplando: drenos, tubulações, caixa de passagem de chorume, e correlação com os drenos de gás;
  - f) sistema de tratamento dos líquidos percolados – planta, perfis longitudinais e transversais;
  - g) sistema de drenagem de águas pluviais, contemplando: canaletas, descidas d'água, bueiro, e caixas de drenagem. Drenagens permanente e provisória;
  - h) localização dos poços de monitoramento, perfis dos poços e dos locais de amostragens das águas superficiais;e
  - i) sistema de drenagem de gases, contemplando: localização dos drenos, perfis transversais e longitudinais dos drenos.
- **Planta Baixa (edificações)** – Planta indicando os elementos construtivos nas escalas 1:100 ou 1:50, com dimensões e cotas de amarração compatíveis com a escritura do terreno;
  - **Planta de Detalhes (aterro sanitário e edificações)** - Detalhes referentes a projetos estruturais, de instalações, drenagem pluvial e de gases, tratamento de chorume (aterro) e obras complementares (edificações), nas escalas que se fizerem necessárias ao bom entendimento do projeto;

- **Planta de Cortes (aterro sanitário e edificações)** – Plantas contendo perfis, seções, vistas e elevações nas escalas 1:100 ou 1:50.

Obs: Todas as plantas deverão ser assinadas pelo responsável técnico, com a respectiva ART e datada.

#### *8.5.2.2 Memorial Descritivo*

O memorial descritivo deve apresentar:

- Descrição da concepção da obra, incluindo a justificativa da alternativa técnica adotada e como será a execução de cada etapa/fase da obra projetada;
- Especificações técnicas dos materiais e/ou equipamentos a serem empregados e normas técnicas dos serviços previstos para execução da obra.

Obs: Se o objeto for Aterro Sanitário, apresentar Memorial Descritivo com base no detalhamento encontrado no item 6.6 - “Orientação para Elaboração do Projeto de Aterro Sanitário”.

#### *8.5.2.3 Memória de Cálculo*

A memória de cálculo deve apresentar:

- Estudos e dimensionamento das obras;
- Cálculo dos quantitativos de serviços e materiais constantes no orçamento das obras.

#### *8.5.2.4 Planilha Orçamentária*

Na elaboração do orçamento dos planos e das obras deverão ser observados os seguintes itens:

- Detalhamento de todos os serviços que compõem cada fase da execução do plano e das obras, já incluindo material e mão-de-obra;
- Discriminar quais os itens que serão pagos com recursos do MMA e com recursos da Contrapartida;

- Custo atualizado com base nos preços de mercado praticados na região, de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, mantido pela Caixa Econômica Federal;
- Na indicação dos serviços preliminares é indispensável discriminar do que se compõem e as respectivas unidades e quantidades;
- Caso seja indispensável a implantação de canteiro de obras, o custo dos serviços preliminares, não poderá ultrapassar 4% (quatro por cento) do valor da obra, salvo em caso de serviços de demolição;
- Os custos de projetos, administração, taxas, eventuais, emolumentos, consultoria, serviços topográficos e desmobilização de pessoal, não deverão constar na Planilha Orçamentária;
- O BDI e os encargos sociais não deverão ser explicitados e sim, estarem incluídos nos preços unitários de serviços e materiais;
- Os custos de mobilização e desmobilização de equipamentos só serão aceitos se a utilização de equipamentos pesados for justificada.

Obs: ver modelo da Planilha Orçamentária no item 9.2.4, em anexo.

#### *8.5.2.5 Cronograma de execução físico-financeira*

Deve ser adequado aos cronogramas de execução e de desembolso do Plano de Trabalho.

Obs: Em todos os componentes do Projeto Básico deverão constar: data, assinatura do profissional responsável e o número do seu registro profissional no Conselho correspondente.

#### *8.5.2.6 Registro Fotográfico*

Devem ser encaminhadas fotografias da área da obra, datada e com elementos que permitam avaliar o tamanho real da área (utilizando automóveis, pessoas, dentre outros) registrando:

- Para apresentação da proposta: o local onde será implantada a obra, antes da intervenção, mostrando também as áreas vizinhas; e o lixão, caso exista;
- Para a prestação de contas do Convênio: todas as etapas da obra.

## 8.6 Orientação para Elaboração do Projeto de Aterro Sanitário

### 8.6.1 Pré-requisitos para escolha de área adequada para implantação de aterro sanitário relativos a (ao):

- **Vida útil:** maior que 15 anos (com base nos volumes futuros de resíduos sólidos e material de cobertura a serem dispostos);
- **Distância do centro geométrico gerador de resíduos:** maior que 5 km e menor que 15 km; ou a critério do órgão ambiental competente pela emissão da licença ambiental;
- **Vias de acesso:** deverão apresentar boas condições de uso ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas, para caminhões à plena carga;
- **Tráfego de acesso:** desejável que o acesso à área intercepte locais de baixa densidade demográfica;
- **Infra-estrutura existente:** é importante que a área escolhida disponha de infra-estrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia;
- **Proximidade a núcleos residenciais urbanos:** as áreas não devem se situar a menos de 1 km de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes;
- **Proximidade a aeroportos:** as áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e deve respeitar a legislação em vigor;
- **Zoneamento ambiental:** as áreas devem estar inseridas em locais sem restrições quanto ao zoneamento ambiental (Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação ou correlatas);
- **Zoneamento urbano:** as áreas devem estar em vetor de crescimento mínimo da zona urbana da sede, ou dos distritos,

ou dos povoados;

- **Uso e ocupação das terras:** em áreas devolutas ou pouco utilizadas; em áreas de uso rural (agropecuária);
- **Propriedade da área:** a área deve ser de propriedade do Município, ou que atenda as condições definidas no item 6.4.11, c, deste Manual;
- **Aceitação da população:** boa aceitação (ou inexistência de rejeição explícita) por parte da população e/ou de entidades ambientais não governamentais;
- **Proximidade a cursos de água relevantes:** as áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como: rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual;
- **Distância do freático (água subterrânea):** Para aterros com impermeabilização inferior por meio de manta plástica sintética (PEAD), a distância do freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro. Para aterros com impermeabilização inferior por meio de camada de argila, a distância do freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que  $10^{-6}$  cm/s (solo argiloso). Ressalta-se que o nível de água deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região;
- **Disponibilidade de material de cobertura:** preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura diária dos resíduos a baixo custo, conforme previsto no Plano Operacional;
- **Declividade do terreno:** a declividade do terreno deve estar entre 3 e 30%. Para declividades superiores a 30% deve ter anuência do órgão ambiental competente pela emissão da licença ambiental.

## 8.6.2 Caracterização geral da área

### 8.6.2.1 Características bióticas e sócio-econômicas

As características bióticas e sócio-econômicas importantes são:

- Descrição da cobertura vegetal da área;
- Parques, reservas e áreas tombadas nos níveis Federal, Estadual e Municipal, se existente;
- Áreas de proteção aos mananciais, se existente;
- Zoneamento urbano do município;
- Uso e ocupação da área e entorno.

### 8.6.2.2 Características Climatológicas

Descrição climatológica, contemplando:

- Regime de chuvas e precipitação pluviométrica histórica;
- Direção e intensidade dos ventos;
- Evaporação e evapotranspiração.

### 8.6.2.3 Características Geomorfológicas e Dinâmica Superficial

Descrição geomorfológicas, das formas e da dinâmica do relevo da área, contemplando:

- Compartimentação geomorfológica;
- Características das unidades que compõem o relevo (áreas de morros, colinas, planícies, encostas, etc.);
- Distribuição das unidades geomorfológicas e declividades das vertentes; e
- Principais processos atuantes na região (erosão, escorregamento, inundação, subsidência, etc).

### 8.6.2.4 Recursos Hídricos

#### a) Drenagem Superficial

Descrição da rede de drenagem superficial contemplando:

- Cursos de água que interceptam a área a montante e jusante da área;

- Ocorrência de açudes, lagoas, lagos a montante e jusante da área e designação dos respectivos usos;
- Se existentes, pontos de captação de água superficial utilizadas para abastecimento público;
- Enquadramento legal (Classe) da drenagem.

#### b) Drenagem Subterrânea

Descrição da rede de drenagem subterrânea contemplando:

- Profundidade do freático;
- Padrão de fluxo subterrâneo;
- Se existentes, pontos de captação de água subterrânea utilizadas para abastecimento público;
- Riscos de contaminação do aquífero.

#### 8.6.2.5 Características Geológico-Geotécnicas

Descrição geológica dos tipos de rochas que compõem o substrato dos terrenos, contemplando:

- Tipos de rocha que ocorrem no local e entorno;
- Distribuições das unidades geológico-geotécnicas que compõem o terreno; e
- Características estruturais das rochas (xistosidade, falhas e fraturas).
- Descrição da cobertura superficial dos solos, contemplando:
- A espessura do solo;
- Composição granulométrica e permeabilidade do solo;
- Capacidade de carga e deformabilidade do terreno de fundação;
- As condições de estabilidade do maciço;
- A susceptibilidade do terreno à erosão e caracterização dos materiais de empréstimo (cobertura diária e impermeabilização da base, quando possível).

Para a descrição das características geotécnicas da cobertura superficial deverão ser apresentados os resultados dos ensaios geotécnicos que deverão conter:

- Perfis das sondagens manuais (trado e/ou percussão) ou mecânicas (rotativa) com respectivos perfis dos pontos de sondagens realizadas contemplando o nível d'água;

- Resultados dos ensaios in situ (ensaios de bombeamento, de infiltração) ou em laboratório contendo no mínimo: análise de granulometria, limites de Atterberg, permeabilidade e compactação.

### **8.6.3 Descrição do Projeto**

O projeto de implantação do aterro sanitário deve apresentar:

- Descrição da metodologia de disposição dos resíduos (vala/trincheira, rampa e área);
- Descrição das células de resíduos contemplando a definição dos taludes, bermas, altura final, cotas e volumes;
- Massa específica dos resíduos de acordo com o tipo de processo de aterramento e equipamentos a serem utilizados;
- Vida útil do aterro.

#### *8.6.3.1 Estimativas de Quantidade de Lixo Gerado*

As quantidades de resíduos gerados devem ser estimadas tendo como base:

- Geração "per capita" de lixo (kg/habitante/dia), obtido por amostragem;
- Taxa de crescimento populacional (% / ano);
- Taxa de incremento do serviço de limpeza pública (%), a partir dos percentuais de atendimento atuais, tendo como objetivo a universalização dos serviços;
- Taxa de incremento da geração "per capita" de lixo (% / ano).

#### *8.6.3.2 Composição física percentual (média) dos diversos tipos de Resíduos Sólidos Urbanos*

- Papel;
- Papelão;
- Plástico duro;
- Plástico mole;
- Matéria orgânica;
- Metal ferroso;
- Metal não-ferroso;

- Vidro;
- Outros.

#### *8.6.3.3 Distribuição dos Resíduos Sólidos Urbanos por categoria (% do total)*

- Domiciliares;
- Comerciais;
- Público (varrição, capina e poda);
- Especiais (serviços de saúde, entulho da construção civil, resíduos volumosos, etc.).

#### *8.6.3.4 Concepção das Etapas Construtivas*

Descrição das obras a serem executadas nas diferentes fases de implantação do projeto.

#### *8.6.3.5 Dimensionamento do Sistema Viário Interno*

Descrição dos acessos principais e de serviços a serem implantados na área, englobando: geometria, movimentação de terra, pavimentação e drenagem;

#### *8.6.3.6 Dimensionamento da Movimentação de Terra*

Descrição das escavações, áreas de depósito e aplicação do material de cobertura.

#### *8.6.3.7 Sistema de Impermeabilização do Aterro*

Descrição do sistema de impermeabilização da base e dos taludes do aterro sanitário, incluindo o material a ser utilizado e dados quantitativos.

#### 8.6.3.8 Sistema de Drenagem de Percolados

- Dimensionamento do sistema de drenagem de líquidos percolados – cálculo da vazão de chorume;
- Descrição do sistema de dispositivos de drenagem proposto – exemplo: drenos de percolados sobre o aterro de base, drenos verticais, drenos horizontais e drenos coletores de condução do chorume, a área da lagoa de contenção, dentre outras;
- Taxa de escoamento;
- Estação elevatória, se existente;
- Dimensionamento da rede de drenagem e dos drenos.

#### 8.6.3.9 Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados

- Descrição e dimensionamento do sistema de tratamento de líquidos percolados;
- Cálculo das dimensões da lagoa de contenção – contemplando tempo de contenção, volume máximo de chorume a ser acumulado, profundidade, dimensão da lagoa ( largura e comprimento), área e volume.
- Método de impermeabilização da base e taludes.

#### 8.6.3.10 Sistema de Drenagem de Gases

Estimativa da quantidade de gases gerados;

Descrição e dimensionamento do sistema de captação e queima do biogás, incluindo a rede de distribuição dos drenos.

Descrição do sistema de dispositivos de captação e drenagem propostos – exemplo: drenos verticais, drenos horizontais, etc.

#### 8.6.3.11 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

##### a) Drenagem provisória

A drenagem provisória engloba todos os serviços de controle de escoamento superficial para evitar infiltração e/ou erosões nas praças e/ou taludes, em decorrência do afluxo de águas oriundas de precipitações pluviométricas. Engloba também as drenagens necessárias

nas estradas de acesso, que deverá contemplar a descrição da localização e do método a ser empregado na instalação da drenagem provisória.

#### b) Drenagem definitiva

A drenagem definitiva compreende as obras relacionadas com a implantação dos sistemas de drenagem que funcionarão durante a operação do aterro e das estradas de acesso definitivas que deverá contemplar a descrição, localização e estruturas a serem implantadas (por exemplo: canaletas triangulares, bermas em bica corrida, descidas d'água, bueiros, caixas de passagem e proteção superficial).

#### *8.6.3.12 Sistema de Cobertura Diária dos resíduos*

Descrição do sistema de cobertura diária dos resíduos incluindo: espessura da camada e tipo de material a ser utilizado.

#### *8.6.3.13 Sistema de Cobertura Final do Aterro*

Descrição do sistema de cobertura final dos resíduos incluindo: espessura da camada e tipo de material a ser utilizado.

#### *8.6.3.14 Sistema de Monitoramento das Águas Subterrâneas e Superficiais*

Descrição do método de monitoramento para avaliar a qualidade das águas subterrâneas englobando no mínimo: localização e projeto dos poços de monitoramento a serem instalados a jusante e montante da área do aterro, tipos e periodicidade das análises a serem realizadas das águas coletadas;

Descrição do método de para avaliar a qualidade das águas superficiais englobando no mínimo: localização dos pontos amostrados, parâmetros e periodicidade das análises a serem realizadas das águas coletadas a jusante e montante do aterro.

#### *8.6.3.15 Dimensionamento dos Equipamentos*

- Especificação da balança para pesagem e controle dos

- resíduos sólidos;
- Especificação de outros equipamentos.

#### *8.6.3.16 Edificações*

- Descrição das edificações localizadas na entrada do aterro e da balança para pesagem e controle dos resíduos;
- Descrição das instalações hidráulicas e reservatório de água para abastecimento das edificações previstas;
- Descrição das instalações elétricas e telefônicas das edificações previstas;
- Descrição das instalações sanitárias das edificações previstas;

#### *8.6.4 Planilha orçamentária*

##### *8.6.4.1 Itens a serem considerados na planilha orçamentária para Aterro Sanitário:*

- Balança rodoviária (mecânica ou eletrônica);
- Cerca perimetral;
- Barreira vegetal – cinturão verde;
- Terraplenagem (volume total estimado de corte e aterro);
- Impermeabilização (manta impermeabilizante ou camada de argila compactada - neste último caso, com espessura nominal de 1 metro na base e de 30 centímetros nos taludes, dependendo das características do solo e do porte do aterro);
- Acessos permanentes;
- Sistema proposto para abastecimento de água (potável e para irrigação);
- Sistema proposto para suprimento de energia elétrica, quando imprescindível;
- Drenagem pluvial (provisória e definitiva);
- Drenagem de gases;
- Tratamento de gases por meio de dispositivo de queima ou para transformação em energia;
- Drenagem e tratamento de chorume;

- Galpão para triagem, no caso da existência de catadores na área do lixão.

#### *8.6.4.2 Itens que podem ser considerados na planilha orçamentária para demais obras*

- Infra-estrutura;
- Terraplenagem;
- Portaria;
- Edificação;
- Fundações;
- Estrutura;
- Cobertura;
- Fechamento lateral;
- Esquadrias;
- Instalações elétricas, hidrosanitárias, pluviais;
- Equipamentos.

### **8.7 Roteiro para elaboração do plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**

#### ***8.7.1 Objetivos do plano***

Os objetivos devem ser expressos de forma clara, apresentando propostas de soluções aos problemas diagnosticados. Estas devem permitir a superação das limitações atuais e a consolidação de um sistema de limpeza urbana por meio da implantação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos.

#### ***8.7.2 Escopo básico***

O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRS deverá ser elaborado em duas fases distintas: o diagnóstico da situação atual dos serviços e as proposições com uma indicação das alternativas pré-selecionadas ou já definidas.

Para a sustentabilidade do PGIRS, é fundamental que a sua

elaboração se dê a partir de um processo participativo, envolvendo todos os setores do governo local com interface com a questão do lixo (meio ambiente, saúde, educação, serviço social, obras públicas, fazenda, governo, dentre outros), câmara de vereadores, empresários, comunidade e catadores de materiais recicláveis.

Os Municípios, que já possuem seus Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRS, deverão apresentá-los contemplando, necessariamente, as duas fases descritas a seguir e os mecanismos para sua implementação.

### ***8.7.3 Diagnóstico da situação atual***

Nesta fase, deverá ser feito um trabalho de pesquisa e levantamento de dados, que analisados, constituirão o diagnóstico da situação atual do município e dos serviços de limpeza urbana. Deverão ser abordados os aspectos ambientais, legais, estrutura administrativa, estrutura operacional, aspectos sociais, educação ambiental e estrutura financeira, características da cidade e hábitos da população. Deverão ser levantados todos os planos, projetos e programas existentes sobre o município.

O diagnóstico deve, preferencialmente, ser realizado de forma participativa com os demais agentes sociais que tenham interface com o item diagnosticado.

### ***8.7.4 Caracterização do município***

Informação sintética dos aspectos físicos, ambientais, sócio-econômicos, estrutura urbana e infra-estrutura. No caso de soluções consorciadas, a caracterização deverá também ser regional.

### ***8.7.5 Caracterização dos resíduos***

#### ***8.7.5.1 Estimativas de quantidade de lixo gerado***

- Geração "per capita" de lixo (kg/habitante/dia), obtido por amostragem;

- Taxa de crescimento populacional (% / ano);
- Taxa de incremento do serviço de limpeza pública (%), a partir dos percentuais de atendimento atuais, tendo como objetivo a universalização dos serviços;
- Taxa de incremento da geração "per capita" de lixo (% / ano).

#### *8.7.5.2 Composição física percentual (média) dos diversos tipos de resíduos sólidos urbanos*

- Papel;
- Papelão;
- Plástico duro;
- Plástico mole;
- Matéria orgânica;
- Metal ferroso;
- Metal não-ferroso;
- Vidro;
- Outros.

#### *8.7.5.3 Distribuição dos resíduos sólidos urbanos por categoria (% do total)*

- Domiciliares;
- Comerciais;
- Público (varrição e poda)
- Especiais (serviços de saúde, entulho da construção civil, resíduos volumosos, etc.).

#### **8.7.6 Aspectos legais**

Levantamento e análise das disposições legais existentes incluindo as específicas sobre resíduos (regulamento, lei orgânica, código de posturas), e contratos de execução de serviços por terceiros sobre a limpeza urbana municipal.

### **8.7.7 Estrutura administrativa**

Identificação da estrutura organizacional atual dos serviços de limpeza e respectivos recursos humanos (especificando número de funcionários por função, inclusive, aqueles terceirizados). Identificar em quais áreas a prefeitura possui pessoal treinado para gerenciar e operar o Sistema de Limpeza Urbana. Se há participação da comunidade na condução dos projetos/programas de limpeza urbana.

### **8.7.8 Aspectos operacionais**

Identificação e análise da atual estrutura operacional do sistema, abordando:

#### **a) Coleta**

- Serviços prestados pela coleta regular (lixo domiciliar, comercial, de saúde e outros que houver), percentual em relação ao total gerado, informando a frequência, regularidade, turnos, veículos e equipamentos utilizados, mapeamento das áreas atendidas por setores de limpeza e os roteiros de coleta, qualidade dos serviços prestados, dificuldades e pontos de estrangulamento existentes;
- Existência de serviços de coleta seletiva, percentual em relação ao total gerado e coletado, informando a forma de coleta, se a separação do lixo ocorre nas fontes geradoras (unidades imobiliárias, PEV, outros) ou em unidade de tratamento de lixo, tipos de lixo selecionados, se há participação de catadores na coleta seletiva ou em postos de triagem, infra-estrutura e apoio operacional, quantidade e sistemática empregada pelos mesmos. Serviços de coleta especial (caçambas estacionárias, resíduos de feiras, entulho da construção civil e outros que houver);
- Estabelecimentos que se caracterizam como grandes geradores individuais de resíduos sólidos urbanos, informando a geração, frequência, veículos e equipamentos utilizados.

#### **b) Tratamento e Destinação Final**

- Existência de formas de tratamento do lixo antes da

disposição final (unidade de tratamento, triagem, reciclagem, compostagem);

- No caso de existir coleta seletiva, informar como é feita a comercialização dos materiais, quais materiais, os percentuais em relação ao total gerado, onde são comercializados;
- Atuais locais de destinação final de resíduos sólidos: aterro sanitário, controlado, lixão. Discriminar os vazadouros de lixo existentes no território municipal (domiciliar, comercial, especiais e oriundos de grandes geradores);
- Existência de áreas destinadas ao manejo da matéria orgânica originada no processo de compostagem. Dimensões das áreas indicadas para a implementação de projetos de minhocultura e/ou agricultura orgânica e de projetos de mini-agroreflorestamentos.

#### c) Limpeza Pública

- Serviços congêneres: varrição e limpeza de vias/logradouros públicos, limpeza de dispositivos de drenagem de águas pluviais, capina, podas, roçada, raspagem;
- Adequação da frota e de outros equipamentos, sistemas de fiscalização e controle, dimensionamento das equipes.

#### d) Estrutura Operacional

- Infra-estrutura física instalada para prestação de serviço de limpeza urbana, informando a relação e localização de prédios administrativos, oficinas de manutenção, edificações de apoio, próprias ou alugadas, com indicação da área construída, estrutura funcional interna, estado de conservação e características construtivas principais;
- Levantamento quantitativo, incluindo ano de fabricação e estado de conservação, dentre outras informações, da frota própria e contratada utilizada para prestação de cada tipo de serviço executado, inclusive veículos e máquinas auxiliares (automóveis e utilitários, pás carregadeiras, etc), com frotas efetivamente em uso, caso a caso;
- Procedimentos adotados para atendimento ao público.

### **8.7.9 Aspectos Sociais**

- Formas de participação social existente nos serviços de limpeza urbana, por meio de conselhos municipais, conselhos administrativos, parcerias com entidades e instituições para a execução de atividades e envolvimento em programas educativos;
- Levantamento das informações com relação à existência de catadores no lixão e nas ruas, formas de associações ou cooperativas, existência de trabalho infantil, intermediários, quantidade de famílias, situação habitacional e dados sociais;
- Previsão para execução do Plano Social de Inclusão dos Catadores. Componente obrigatório do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos que contempla proposta de solução para famílias de catadores dos lixões e/ou catadores e carrinheiros em vias públicas, objetivando sua inserção social. Inclui Programa de Ressocialização, para as crianças e adolescentes catadores em lixões, com a garantia dos meios para que freqüentem escolas. Este Plano deve envolver os grupos sociais interessados ou afetados, identificando claramente a sua participação na construção da solução para os problemas apresentados na condução dos trabalhos e ser efetivado no máximo em 2 anos.

### **8.7.10 Estrutura financeira**

Levantamento e análise da atual estrutura financeira relativa aos serviços de limpeza urbana do município, abordando as questões a seguir relacionadas.

#### **8.7.10.1 Remuneração e custeio**

Estrutura de receita e despesas da prefeitura ao longo dos últimos 4 anos, informando a remuneração e forma de recolhimento por fonte de recursos para prestação dos serviços; montante de despesas com o custeio. As despesas deverão ser levantadas por finalidade, discriminando objeto dos gastos e destinatário de repasse (repasse de recursos a terceiros para pagamento de pessoal, manutenção de

equipamentos, dentre outras despesas relativas à limpeza urbana). Se houver cobrança, levantar qual a correspondência entre o valor cobrado e o valor das despesas.

#### *8.7.10.2 Investimentos*

Levantamento dos investimentos feitos nos últimos quatro anos na ampliação da infra-estrutura instalada, tanto no que diz respeito a edificações, quanto à frota de veículos e máquinas.

#### *8.7.10.3 Controle de custos*

Procedimentos relativos ao controle de custos, à fiscalização e às medições, dentre outros. Se existe uma estrutura de apuração dos custos dos serviços de limpeza urbana.

### ***8.7.11 Educação ambiental e mobilização social***

Situação dos programas ou ações de educação ambiental e de mobilização social em desenvolvimento no município.

### ***8.7.12 Propostas existentes***

Levantamento das propostas e projetos existentes ou em elaboração, relativos à limpeza urbana.

## **8.8 Roteiro para elaboração plano de coleta**

### ***8.8.1 Objetivo***

O Plano de Coleta de Resíduos tem como objetivo a definição de alternativa para o bom desempenho da Coleta de Resíduos Sólidos, além de justificar a necessidade de aquisição de veículos, material e equipamento para acondicionamento, devendo ser detalhado de forma a atender à coleta tradicional ou seletiva.

## **8.8.2 Informações mínimas para o plano de coleta**

### **8.8.2.1 Diagnóstico da situação atual**

Nesta fase deverá ser feito um trabalho de pesquisa e levantamento de dados que, analisados, constituirão o diagnóstico da situação atual do município e dos serviços de limpeza urbana. Deverão ser abordados os aspectos legais, estrutura administrativa, estrutura operacional, aspectos sociais, educação ambiental e estrutura financeira, características da cidade e hábitos da população.

Levantar os serviços prestados pela coleta regular (lixo domiciliar, comercial, de saúde e outros que houver) e informar: a frequência, regularidade, turnos, veículos e equipamentos utilizados, mapeamento das áreas atendidas por setores de limpeza e os roteiros de coleta, qualidade dos serviços prestados, dificuldades e pontos de estrangulamento existentes. Estabelecimentos que se caracterizam como grandes geradores individuais de resíduos sólidos urbanos, informar a geração, frequência, veículos e equipamentos utilizados.

O diagnóstico deve, preferencialmente, ser realizado de forma participativa com os demais agentes sociais que tenham interface com os itens diagnosticados relacionados a seguir:

- Aspectos institucionais, recursos humanos e financeiros do órgão prestador do serviço de limpeza urbana;
- As condições topográficas e o sistema viário urbano, registrados em mapas, devendo caracterizar o tipo de pavimentação das vias, declividade, sentido e intensidade de tráfego;
- A definição das zonas de uso e ocupação do solo da área urbana do município. As áreas delimitadas em mapas deverão indicar os usos predominantes, concentrações populacionais, comerciais e industriais, áreas de baixa renda e áreas de difícil acesso;
- Aspectos operacionais, com a descrição do Sistema Atual de Coleta de Lixo, contendo a infra-estrutura de apoio, a quantificação e caracterização dos equipamentos, veículos e pessoal utilizado;
- Coleta Domiciliar e Comercial (convencional e seletiva, quando houver);
- Coleta de Resíduos Especiais (serviços de saúde e entulhos);

- Aspectos da Destinação Final;
- Aspectos da Reciclagem e Compostagem;
- Regulamento e Normas Sanitárias Existentes no Município;
- Participação da Comunidade;
- Cobrança pelos serviços.

#### 8.8.2.2 *Caracterização dos resíduos*

Identificar as classes de resíduos presentes.

#### 8.8.2.3 *Estimativas de quantidade de lixo gerado*

- Geração "*per capita*" de lixo (kg/habitante/dia), obtido por amostragem;
- Taxa de crescimento populacional (% / ano);
- Taxa de incremento do serviço de limpeza pública (%), a partir dos percentuais de atendimento atuais, tendo como objetivo a universalização dos serviços;
- Taxa de incremento da geração "*per capita*" de lixo (% / ano).

#### 8.8.2.4 *Composição física percentual (média) dos diversos tipos de resíduos sólidos urbanos*

- Papel;
- Papelão;
- Plástico duro;
- Plástico mole;
- Matéria orgânica;
- Metal ferroso;
- Metal não-ferroso;
- Vidro;
- Outros.

### 8.8.2.5 *Distribuição dos resíduos sólidos urbanos por categoria (% do total)*

- Domiciliares;
- Comerciais;
- Público (varrição e poda);
- Especiais (serviços de saúde, entulho da construção civil, resíduos volumosos, etc.).

### 8.8.2.6 *Conteúdo*

- Descrição da concepção do Plano, incluindo a justificativa da alternativa técnica adotada e como será a execução de cada etapa/fase, se houver, mostrando os tipos de lixo que serão coletados;
- Cálculo detalhado do número de veículos coletores justificando a necessidade da aquisição de veículo;
- Apresentar o Plano em planta de arruamento do município, mostrando os roteiros de coleta e/ou a localização de equipamentos para acondicionamento;
- Os roteiros deverão ser assinalados em Planta do arruamento, mostrando o início e fim de cada roteiro;
- Frequência da coleta, especificando horários e tipos de equipamentos empregados e pessoal envolvido. Sugere-se que seja utilizada a frequência alternada (3 vezes por semana) para a coleta do lixo domiciliar, e diária para a coleta do lixo comercial e das unidades de saúde;
- Especificações técnicas dos equipamentos a serem empregados na execução do Plano;
- Deverá ser apresentado um quadro geral com o resumo dos serviços de coleta, contendo os itinerários, quilometragem e as regiões atendidas, os veículos, com suas características e as frequências utilizadas;
- Apresentar os formulários de Controles Operacionais, com o objetivo de acompanhar o bom funcionamento da coleta e a necessidade de ajustes no Plano.

## 8.9 Roteiro para elaboração do plano de operação do aterro sanitário

O plano de operação de um aterro sanitário deve ser efetuado em conformidade com a metodologia de disposição escolhida, considerar a sazonalidade dos resíduos sólidos, as estações climáticas e prever a possibilidade de atendimento a emergências considerando a região onde está inserido.

A Quadro 10 mostra um quadro com os itens que o Manual de operação, ou plano operacional de um aterro sanitário deve conter:

- 1 - Organograma administrativo;
- 2 - Fluxograma operacional;
- 3 - Detalhamento de procedimentos e rotinas:
  - 3.1 - Recebimento e controle dos resíduos sólidos;
  - 3.2 - Fluxo interno dos resíduos recebidos;
  - 3.3 - Método de operação e de construção da célula diária contendo, grau de compactação, camada de cobertura intermediária, fechamento da célula e camada de cobertura final;
  - 3.4 - Definição do maquinário a ser utilizado, contendo os respectivos manuais de operação e manutenção;
  - 3.5 - Equipamentos de proteção individual;
  - 3.6 - Higienização do trabalhador;
  - 3.7 - Operações em dias chuvosos;
  - 3.8 - Conservação e manutenção das vias internas e externas;
  - 3.9 - Conservação e manutenção dos drenos;
  - 3.10 - Monitoramento dos queimadores;
  - 3.11 - Controle de vetores;
  - 3.12 - Poços de monitoramento;
  - 3.13 - Vazão do percolado;
  - 3.14 - Tratamento do percolado;
  - 3.15 - Sinalização;
  - 3.16 - Vigilância;
  - 3.17 - Instalações de apoio;
  - 3.18 - Sistema de monitoramento ambiental;
  - 3.19 - Sistema de monitoramento geotécnico e topográfico;
  - 3.20 - Manuseio de resíduos especiais (resíduos de serviços de saúde, resíduos industriais aceitos no aterro, etc.).

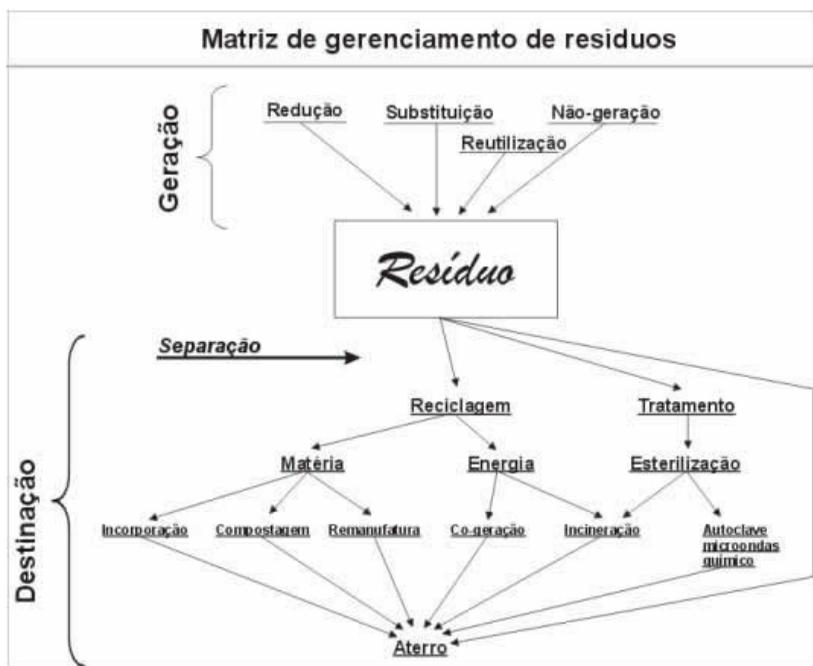
**Quadro 10** - Itens que o Manual de operação, ou plano operacional de um aterro sanitário deve conter.

Fonte: RIELLA (2008).

## 8.10 Usina de valorização dos resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos urbanos são uma mistura heterogênea de materiais oriundos das atividades humanas. Sua composição física varia de cidade para cidade e, mesmo dentro da mesma, varia em composição, dependendo da zona onde é coletado.

A questão dos resíduos sólidos urbanos deve ser tratada em todos os seus aspectos, contemplando desde a geração até sua disposição final. A Figura 17 mostra uma matriz de gerenciamento de resíduos que, simplificada, traz soluções para resolução dos problemas para os diversos tipos de resíduos sólidos urbanos.



**Figura 17** - Matriz de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

Fonte: RIELLA (2008).

Já na etapa de geração do resíduo deve-se prever a redução da geração, a substituição por materiais menos nocivos ou recicláveis/biodegradáveis, a não geração do resíduo ou a reutilização direta. Após a geração, a separação do resíduo é muito importante. Parte dele pode ir diretamente para a reciclagem, outra parte precisa ser

submetida a um tratamento prévio. Quanto à reciclagem, há diversos tipos, que podem ser: uma reciclagem de matéria e/ou uma reciclagem de energia. Ressalta-se a importância desta última, a reciclagem de energia, podendo reciclar resíduos tóxicos, patológicos e não-recicláveis de outra forma.

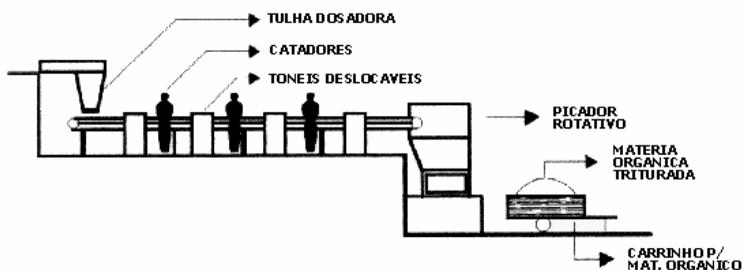
A educação e conscientização da população é fator determinante na implantação de uma usina de valorização de resíduos. Deve-se mostrar aos cidadãos a importância da separação e acondicionamento correto dos resíduos para posterior coleta seletiva.

Uma vez implantada a coleta seletiva, a usina deve ser construída proporcionalmente à população da cidade. De acordo com as condições do município.

Os veículos destinados ao recolhimento dos resíduos deverão levá-los até o galpão da usina, sendo então depositados em silos de recepção. Um cone dosador, conectado a cada silo, conduz os resíduos até a esteira de catação.

Os diversos materiais encontrados nos resíduos, tais como papel, papelão, plásticos, metais, vidros, além de outros, são selecionados manualmente numa esteira de catação, também denominada mesa de seleção.

O material depositado será deslocado manualmente ou mecanicamente para as tulas dosadoras, que terão a função de dosagem do material sobre as fitas transportadoras nas quais, se fará a triagem dos materiais. A Figura 18 mostra um desenho esquemático de uma unidade de trabalho numa usina de valorização de resíduos.



**Figura 18** - Desenho esquemático de uma unidade de trabalho numa usina de valorização de resíduos.

Fonte: RIELLA (2008)

A triagem do material é realizada ao longo de duas fitas transportadoras de borracha, planas, com velocidade de tal modo a permitir uma catação perfeita. Estas fitas são colocadas em estruturas metálicas e acionadas por motores elétricos.

O material selecionado é colocado em tonéis, que são deslocados para os depósitos por meio de carrinhos com engate lateral. Os carrinhos também fazem o transporte da matéria orgânica até o pátio de compostagem. Após a passagem pelas fitas transportadoras, o material a ser compostado é triturado e transportado para o pátio de cura.

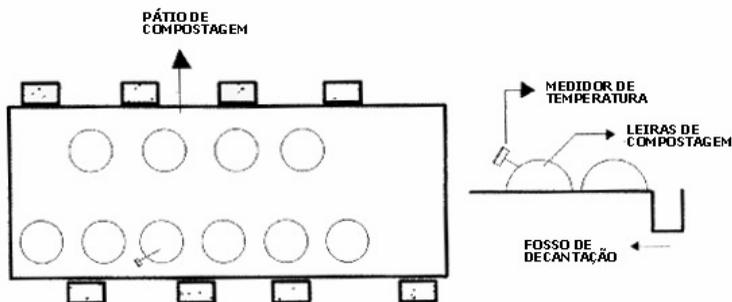
Para enfardamento dos materiais reciclados há prensas-enfardadeiras que diminuem o espaço de depósito e aumentam o valor de revenda dos materiais pelo menor custo de transporte dos mesmos.

Os materiais separados durante a catação podem ser acondicionados em tonéis ou em carrinhos especiais, sendo então levados para os depósitos para futura reciclagem e comercialização. Os materiais selecionados são então encaminhados às usinas recicladoras ou indústrias que retornarão os resíduos ao processo produtivo.

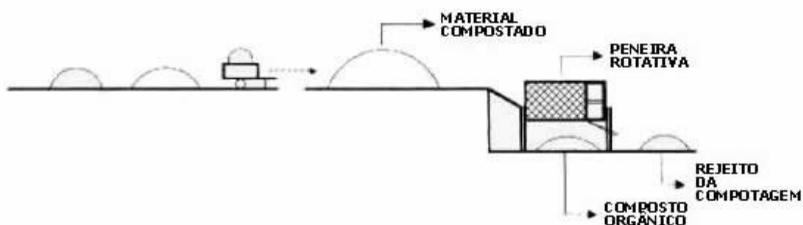
Os materiais orgânicos, chegando ao final da esteira de catação, são despejados num veículo para serem levados ao local de compostagem. Uma vez transportado ao pátio de compostagem, o tratamento biológico dos resíduos orgânicos pode ser efetuado de duas maneiras:

- a) **AERÓBIO:** Consiste na deposição organizada da matéria orgânica em um pátio de cura a céu aberto, onde estes resíduos são transformados em biofertilizantes, através de um acompanhamento simples e eficaz. Este processo apresenta a vantagem de ter um custo baixo, pois não requer investimentos em instalações especiais, apenas uma máquina carregadora para revolver os resíduos periodicamente. A Figura 19 mostra um desenho esquemático das leiras de material orgânico sofrendo processo de compostagem aeróbia. Pela temperatura do material orgânico no PÁTIO DE CURA se sabe quando termina o período de maturação e acompanhamento e o material pode ser utilizado.
- b) **ANAERÓBIO:** Consiste em armazenar a matéria orgânica em tanques de fermentação para o aproveitamento do gás metano, além da produção de biofertilizantes. A Figura 20 mostra um desenho esquemático deste processo de compostagem. Após a compostagem, o material passa por uma peneira rotativa com acionamento elétrico e que tem a função de separar e desagregar o material orgânico já

decomposto de eventuais impurezas de pequenas dimensões. O material inorgânico é levado por um caracol interno da peneira até sua borda para formar o rejeito do lixo.



**Figura 19** - Desenho esquemático do pátio de compostagem aeróbia  
Fonte: RIELLA (2008)



**Figura 20** - Desenho esquemático do processo de compostagem anaeróbia  
Fonte: RIELLA (2008)

Após o período de cura, o material orgânico deve ser peneirado, numa esteira especial para que seja separado o material inerte (rejeitos), do adubo orgânico o qual será utilizado em hortas comunitárias. Os rejeitos finais podem ser destinados a um aterro sanitário.

Também é necessário se prever o tratamento dos efluentes gerados na usina, que deve ser realizado por meio de Estações Compactas de Tratamento de Efluentes compostas de digestão anaeróbia, filtro biológico e digestão aeróbia.

## 9 CONCLUSÃO

Mediante as informações levantadas nos municípios avaliados e analisando-se o Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a instalação de uma usina de valorização de resíduos, é possível concluir que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em qualquer município deverá seguir os seguintes passos:

- Educação e conscientização ambiental da população através de atividades educativas e informativas deve-se mostrar aos cidadãos a importância da forma de acondicionamento dos resíduos gerados;
- Implantação da coleta seletiva, que consiste na separação e encaminhamento corretos dos resíduos que deverão ser conduzidos à usina de valorização de resíduos;
- Construção de uma usina de valorização dos resíduos que encaminhará corretamente os resíduos ao destino adequado: reutilização, reciclagem, compostagem, aterro sanitário.

No caso dos municípios analisados, pode-se dizer que em nenhum deles houve a implantação do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos, já que a elaboração de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos requer duas etapas: diagnóstico da situação atual do município e elaboração de proposições e alternativas pré-selecionadas definidas.

Na fase de diagnóstico, os municípios deveriam ter feito uma caracterização do município (aspectos legais, estrutura administrativa, operacional e financeira do município, aspectos sociais, educação ambiental, características da cidade, além dos hábitos da população), uma caracterização dos resíduos gerados (quantidades, geração per capita, composição física dos resíduos, além dos percentuais gerados por categoria) e uma caracterização dos aspectos operacionais do município (coleta e tratamento vigentes na época, situação da limpeza pública e estrutura operacional existente). Em nenhum dos municípios há registros de se implantou qualquer uma destas etapas.

Na fase de elaborar proposições, os municípios deveriam ter elaborado planos de educação e conscientização populacional, planos de coleta, tratamento e encaminhamento final dos resíduos, além de uma política educacional de manutenção, mantendo acesa a chama da segregação dos resíduos nas residências. Não há registros, em nenhum dos dois municípios, de se tenha seguido esta fase.

Pode-se dizer que, para os dois municípios avaliados, não há registros de dados (quantidades, valores, etc), não há descrição das obras realizadas, não há planilhas orçamentárias, nem registros fotográficos, não houve implantação de aterro sanitário, não há estimativas de geração de resíduos, nem de tipos gerados, ou seja não se aplicou as etapas de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos em nenhum dos municípios analisados.

A coleta seletiva foi implantada corretamente no município de Maracajá e a população, consciente, separou corretamente seus resíduos encaminhando ao centro de triagem, mas com o passar dos tempos e sem grandes incentivos da administração pública, houve uma diminuição da eficiência da separação doméstica e as sacolas de resíduos precisam ser verificadas no centro de triagem. Apesar da implantação da coleta seletiva ter tido sucesso, faltou continuidade no projeto, aliás não existe projeto na atual administração quanto à manutenção da campanha de coleta seletiva.

Para o município de Turvo, além de não seguir os itens relacionados anteriormente, a tentativa de implantação da coleta seletiva já começou com grandes equívocos: má distribuição das informações à população e separação incorreta dos resíduos, já que não previa a separação de resíduos orgânicos. Não há projetos na administração atual quanto à questão dos resíduos sólidos urbanos do município.

Um equívoco comum aos dois municípios foi não separar os resíduos coletados na zona urbana e rural. Apesar de serem coletados em dias e frequências diferentes, os resíduos da zona rural são despejados juntamente com os resíduos coletados na zona urbana, misturando-se as sacolas. Ora, a coleta semanal ou quinzenal da zona rural faz com que a população envie menores quantidades de resíduos orgânicos e quando colocados juntos aos resíduos da zona urbana, acabam misturados e, muitas vezes encaminhados ao aterro inadequadamente. Deve-se prever a separação dos resíduos coletados nas áreas rurais e urbanas, facilitando, assim a separação dos resíduos no centro de triagem.

Em termos gerais, a implantação de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos, seguindo-se todas as etapas descritas neste trabalho, prevê desde os projetos iniciais até uma política de manutenção da educação ambiental e a implantação da usina de valorização de resíduos, após política de educação e conscientização populacional, permite uma diminuição significativa nos resíduos a serem dispostos em aterros, além de permitir a geração de divisas ao município, além destes, as vantagens da usina de valorização de resíduos contemplam outros aspectos como:

- Aspecto sanitário: diminui o número de doenças de veiculação hídrica, elimina o chorume, aumenta a eficiência da limpeza urbana e da coleta de lixo, pois o resíduo gerado passa a ser visto como uma mercadoria de valor comercial;
- Aspecto urbano: elimina o mau cheiro, diminui a área reservada ao lixo (processo não é cumulativo), as áreas adjacentes à usina adquirem maior valor comercial do que as áreas próximas ao lixão, melhora a aparência física do local;
- Aspecto social: melhora as condições de vida da vizinhança da usina, evita que pessoas e animais se alimentem com o lixo diretamente, melhora as condições de vida dos catadores de lixo, dando-lhes um trabalho digno, com vestimentas e alimentação adequadas;
- Aspecto ecológico: devolve ao solo, através de composto, os minerais que dele foram retirados, pois o bio-fertilizante tem propriedades que impedem a exaustão do solo e fecha o ciclo do processo de consumo: produzir, consumir e, agora com este sistema, reciclar;
- Aspecto econômico: as usinas geram recursos próprios através da venda dos materiais recicláveis, com a separação dos resíduos orgânicos e recicláveis há uma redução no considerável dos custos de disposição dos resíduos nos aterros, é fonte de matérias-primas para as empresas;
- Aspectos construtivos: por apresentar estrutura modular, pode ser aumentada conforme a população vai crescendo. Além disso, a usina tem a vantagem de poder ser montada em qualquer ponto da cidade, isto é, há uma pulverização no tratamento do lixo, o que promove grande economia nos percursos dos veículos, com notáveis reduções no consumo dos mesmos, exigem pouca manutenção e apresentam montagem rápida.

É visto que a solução para os problemas ambientais não depende somente de normas, regras ou leis, pois de nada adianta a existência destas se a população não estiver disposta a segui-las. Antes de tudo é necessária à conscientização do cidadão sobre as conseqüências de seus atos, e esta conscientização é alcançada através da educação ambiental e do conhecimento das vantagens e desvantagens destas atitudes ambientalmente corretas.

A educação e conscientização ambiental da população permitirão

a implantação de programas de coleta seletiva e encaminhamento correto dos resíduos recicláveis e orgânicos, ou seja, a valorização dos resíduos. São estas ações inteligentes que, reunindo os setores públicos e a população permitirão a solução de um problema ambiental que atinge todo o mundo.: a geração de resíduos. É dentro deste contexto que se pode afirmar que a educação e conscientização da população, a implantação de uma usina de valorização dos resíduos juntamente com a coleta seletiva, serão fatores determinantes no sucesso da implantação de um Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos nos municípios.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: **Resíduos sólidos**: classificação. São Paulo, 2004.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8.419: **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. São Paulo, 1992.
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Caderno especial**: Panorama mundial dos resíduos sólidos. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/pdf/Caderno\\_Especial.pdf](http://www.abrelpe.org.br/pdf/Caderno_Especial.pdf)>. Acesso em 04 fev 2009.
- ALTVATER, E. **O preço da riqueza**. Trad. Maar, W. L.. Ed. da Unesp. 1996.
- AMESC - **Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense**. Disponível em <<http://www.amesc.com.br/home?>>. Acesso em 01 mar 2009.
- AQUINO, A. R., ABREU, I., ALMEIDA, J. R. **Análise de sistema da gestão ambiental**. Rio de Janeiro: Thex, 2008. 357 p.
- AZAMBUJA, Eloísa A. K. **Proposta de gestão de resíduos sólidos urbanos – análise do caso de Palhoça-SC**, Florianópolis, 2002. 132p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.
- BIDONE, F. R. A. **Metodologia e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1999. 65p.
- BIDONE, F. R. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Porto Alegre: Rima, ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 2001. 218p.
- BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Paulo: EESC-USP, 1999. 109p.

- BOCK, A. F. **Os (des)caminhos da gestão sócio-ambiental no território municipal: A questão dos resíduos sólidos urbanos em Medianeira-PR.** 2003. 129 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BRANDRUP, J. *Recycling and Recovery of Plastics.* Hanser. NY. 1996.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo.** 2.ed. São Paulo: Humanistas, 1998. 348p.
- CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo.** 3ª ed. Humanitas, São Paulo. 1999.
- CASTELLAN, G. W. **Físico-Química.** Vol.1. Técnicos e Científicos Editora. SP. 1986.
- CEMPRE – **Compromisso Empresarial para a Reciclagem.** N.50. Março/Abril. 2000.
- DE LUCA, F. J. **Ensaio Críticos de Sociologia e Meio Ambiente.** Ed. Copiart. Brasil, 2000.
- DONHA, Mauro S. **Conhecimento e participação da comunidade no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: o caso de Marechal Cândido Rondon- PR,** Florianópolis, 2002. 111p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.
- EMMANUEL, A. **A Troca Desigual.** V2, Estampa. Lisboa. Portugal. 1973.
- FERREIRA, L. C. **A questão ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil.** São Paulo. Boitempo editorial, 1998.
- FIORENTIN, Odacir. **Uma proposta de consórcio para gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na unidade de receita da Costa Oeste pela companhia de saneamento do Paraná,** Florianópolis, 2002. 93p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.
- GORENSTEIN, O. **O Brasil recicla menos de 5% de seu lixo urbano.** Folha de São paulo. 05.06.2003.

GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história**: guia para as prefeituras brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional do Saneamento Básico**. Disponível em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo\\_coletado/defaultlixo.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/defaultlixo.shtm)> acesso em 18 jan. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Censo. 2000/2001. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Disponível em:  
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/>. Acesso em 25 fevereiro 2004.

IPT/CEMPRE - Instituto de pesquisas Tecnológicas/Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: CEMPRE, 1995.

IPT/CEMPRE - Instituto de pesquisas Tecnológicas/Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Reduzindo, reutilizando, reciclando**: a indústria eco eficiente. São Paulo: CEMPRE-SENAI. 84 p. 2000.

JACOBI, P. R. **Movimentos Sociais e Políticas Públicas**: Demandas pos saneamento básico e saúde. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1993.

JARDIM, N. S. et al. **Lixo municipal**: Manual de gerenciamento integrado. 1. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE. 1995.

JUNKES, Maria Berbadete. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**, Florianópolis, 2002. 116p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre resíduos sólidos**: exemplos da Europa, Estados Unidos e Canadá. Disponível em:  
<[http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/tema14/2005\\_14634.pdf](http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/tema14/2005_14634.pdf)>. Acesso em 10 fev 2009.

KRYSIAK, F. C.: KRYSIAK, D. **Journal of Environmental Economic & Management**. Vol. 46. Issue 3. p. 513 – 526. 2003.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Trad.Orth, L.M.E.. Petrópolis, RJ. Vozes, 2001. Lixo.com. Disponível em: <  
[http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=144&Itemid=251](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=144&Itemid=251)>. Acesso em 03 mar 2009.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP)**. 2003. Dissertação (Mestrado em engenharia)- Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

LOPES, L. **Gestão e gerenciamento integrado de resíduos sólidos**: Alternativas para pequenos municípios. 2006. Dissertação (Mestrado em geografia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 7ª ed. São Paulo: Malheiros, 1999.

MARTINEZ-ALIER, J. **Ecological economic, energie, environment and society**. Blackwll. Cambridge. MA. 1987.

MONTIBELLER-FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável**. Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. Ed. Da UFSC. Florianópolis. 2001.

OFFE, C. **Trabalho & Sociedade**: problemas estruturais e perspectivas para o futuro da sociedade. R.J.: Tempo Brasileiro, 1989.

OTT, C. **Gestão pública e políticas urbanas para cidades sustentáveis: A ética da legislação no meio urbano aplicada às cidades com até 50.000 habitantes**. 2004. 196 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PREFEITURA DE MARACAJÁ. Disponível em:  
<[www.maracaja.sc.gov.br](http://www.maracaja.sc.gov.br)>. Acesso em: 01 mar 2009.

PREFEITURA DE TURVO. Disponível em: <[www.turvo.sc.gov.br](http://www.turvo.sc.gov.br)>. Acesso em 01 mar 2009.

REICHERT, G. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: uma proposta inovadora.** Revista Ciência e ambiente, número 18, Santa Maria-RS, 1999. 53-68p.

REICHERT, G. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: uma proposta inovadora.** Revista Ciência e ambiente, número 18, Santa Maria-RS, 1999. 53-68p.

RIBEIRO, A. A. **Gestão integrada de resíduos sólidos em pequenos e médios municípios consorciados – estudo de caso aplicado ao CIRSURES.** 2004. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RIBEIRO, D. **Educação ambiental: Destino dos resíduos sólidos domésticos,** Florianópolis, 2001. 95p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

RIELLA, H.G.; Resíduos Sólidos Industriais, Disciplina de Pós Graduação do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina (2008)

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo. Vértice. 1986.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. Trad. Magda Lopes. São Paulo. Studio Nobel. Fundação do desenvolvimento administrativo. 1993.

SCHNABEL, W. **Polymer Degradation: Principles and Practical Applications.** Munich. Hanser. 1991.

SHENT, H.; PUGH,R. J.; FORSSBERG, E. **Resources, Conservation and Recycling.** Vol. 9. p. 75-88. 1999.

TAKEDA, A. K. **Análise da gestão dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Curitiba. Com abordagem na coleta seletiva e domiciliar.** 2002. 277 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VALE, C. S. **Custos ambientais, sociais e econômicos da escolha inadequada de local para a disposição final dos resíduos sólidos**

**urbanos:** O caso da cidade de Juiz de Fora. 2007. 107 p. Dissertação (Pós-graduação em Ciência ambiental)- Universidade Federal Fluminense, Niterói.

VILHENA, A. **Guia da coleta seletiva de lixo.** São Paulo: CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem, 1999. 84p.