

RESSALVA

Ausência dos Apêndices, as páginas não foram incluídas pelo(a) autor(a) no arquivo original.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**DIRETRIZ PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
EM ESTIVA GERBI (SP)**

Maria Lucinda Caveanha Lealdini

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente para obtenção do Título de Mestre em Geociências.

Rio Claro (SP)

2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

Lealdini, Maria Lucinda Caveanha

Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos
urbanos em Estiva Gerbi (SP) / Maria Lucinda Caveanha

Lealdini. – Rio Claro [s.n], 2006.

147f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: José Eduardo Zaine

1. Resíduos sólidos 2. Lixo. 3. Aterro sanitário.
5. Gerenciamento ambiental. 5. Estiva Gerbi. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campos de Rio Claro

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª Ana Teresa Cacerez Cortez

Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reix

Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Mestranda: Maria Lucinda Caveanha Lealdini

Rio Claro, 14 de novembro de 2006

Resultado: “Aprovado”

Menção: “Com Distinção” e “Com Louvor”

Aos meus filhos Alexandre e Letícia, sempre presentes em todos os desafios de minha vida. Ao meu pai José Augusto, a minha avó Idalina, e aos meus amigos, Sue e Luciano, eternamente presentes em meus pensamentos e coração.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Eduardo Zaine, pelos ensinamentos e orientações.

Ao Biólogo Rogério, e a equipe da Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi, pelo apoio e colaboração na realização da Pesquisa.

A Associação de Catadores de Estiva Gerbi, pelas informações prestadas e auxílio nos trabalhos de coleta de amostras e quarteamento.

A New Lab. - Análises e Assessoria Técnica Ambiental e Industrial, pela atenção e uso de suas instalações e apoio técnico nos procedimentos de análise laboratorial.

As técnicas em Meio Ambiente, minhas ex-alunas, Elaine e Ednalva, pela colaboração e auxílio nos trabalhos de campo. Em especial, a Marina e a Camila pelo auxílio nos trabalhos fotográficos.

Aos meus colegas Bia e Fabiano, pela atenção e apoio no uso de recursos do auto-cad.

As Professoras Idenil, Aglaé e Bárbara, pela atenção especial, correções e sugestões apresentadas.

A Prof^a Gina, pelo apoio e incentivo, amiga e conselheira sempre presente e disposta a colaborar.

A amiga Marina e à sua família, pela atenção e pelos ensinamentos práticos na triagem de recicláveis.

As queridas amigas, Cris, Lídia, Rosana, pelo apoio incondicional, pelas palavras sinceras e carinho em todos os momentos em que precisei.

À minha mãe, Claudete, as minhas irmãs, pelo apoio e incentivos e, em especial a minha Tia Cleusa, a Silvia Regina, a D. Maria, a D. Ana e ao querido Thiago pelas orações e carinho especial recebido.

Ao meu marido Tosinho e meus filhos, Letícia e Alexandre, pelo carinho, paciência e compreensão em todos os momentos desta jornada de trabalho.

E a Deus, meu maior Mestre, que sempre nos demonstra que somos o resultado de nossos sonhos e ideais e que nossa aprendizagem deve ser construída dia a dia, com atitudes simples, de humildade, companheirismo e respeito aos nossos semelhantes.

“Vivemos muito além de nossos limites. Criamos um estilo de vida que está drenando da Terra recursos insubstituíveis, sem olharmos para o futuro”.

Margareth Mead

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| ÍNDICE..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE QUADROS..... | xii |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | xiii |
| RELAÇÃO DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS..... | xiv |
| RESUMO..... | xvi |
| ABSTRACT..... | xvii |
| I INTRODUÇÃO..... | 1 |
| II MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO..... | 4 |
| III REVISÃO DE LITERATURA | 8 |
| IV RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 75 |
| V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 126 |
| REFERÊNCIAS | 129 |
| APÊNDICE..... | 134 |
| ANEXO..... | 145 |

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| I INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Objetivos..... | 3 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 3 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| II MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO..... | 4 |
| 2.1 Método de Trabalho..... | 4 |
| 2.1.1 Delimitação da unidade-caso..... | 5 |
| 2.1.2 Coleta de dados..... | 5 |
| 2.1.3 Procedimentos técnicos..... | 6 |
| 2.1.4 Análise e interpretação dos dados..... | 7 |
| 2.1.5 Discussão dos resultados e elaboração das diretrizes..... | 7 |
| III REVISÃO DE LITERATURA | 8 |
| 3.1 Lixo: resíduos sólidos..... | 8 |
| 3.1.1 Aspectos históricos..... | 8 |
| 3.1.2 Panorama mundial e no Brasil..... | 10 |
| 3.1.3 Situação atual no Estado de São Paulo..... | 13 |
| 3.1.3.1 Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares..... | 15 |
| 3.1.4 Definições..... | 18 |
| 3.1.5 Formas de Classificação..... | 20 |
| 3.2 Resíduos sólidos municipais..... | 21 |
| 3.3 Resíduos sólidos urbanos..... | 25 |
| 3.3.1 Resíduos domiciliares e domiciliares especiais..... | 26 |
| 3.3.2 Resíduos públicos..... | 27 |
| 3.3.3 Resíduos de fontes especiais..... | 27 |
| 3.4 Fluxo dos resíduos sólidos urbanos..... | 28 |
| 3.4.1 Geração, composição e características..... | 29 |
| 3.4.1.1 Características específicas de resíduos especiais..... | 33 |
| 3.4.2 Acondicionamento e armazenamento..... | 34 |
| 3.4.3 Coleta e transporte..... | 36 |
| 3.4.3.1 Coleta seletiva..... | 38 |
| 3.4.4 Técnicas de tratamento..... | 42 |
| 3.4.4.1 Reciclagem..... | 43 |
| 3.4.4.2 Compostagem | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.4.3 Incineração..... | 47 |
| 3.4.4.4 Outros métodos..... | 48 |
| 3.4.5 Disposição final..... | 49 |
| 3.4.5.1 Aterro sanitário..... | 50 |
| 3.4.5.2 Tipologia de aterros para municípios de pequeno porte..... | 53 |
| 3.4.5.3 Caracterização da área de destinação final..... | 58 |
| 3.4.5.4 Critérios para avaliação de áreas à implantação de aterro sanitário..... | 60 |
| 3.5 Políticas públicas, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos | 63 |
| 3.5.1 Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos..... | 64 |
| 3.5.2 Plano de gerenciamento integrado..... | 65 |
| 3.5.3 Recuperação de áreas degradadas, <i>brownfields</i> e áreas contaminadas..... | 66 |
| 3.6 Aspectos da legislação e da gestão dos resíduos sólidos..... | 68 |
| 3.6.1 Formas de administração municipal..... | 70 |
| 3.6.2 Instrumentos urbanísticos..... | 71 |
| 3.6.3 Licenciamento ambiental..... | 73 |
| IV RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 75 |
| 4.1 Município de Estiva Gerbi..... | 75 |
| 4.1.1 Origem e desenvolvimento..... | 75 |
| 4.1.2 Aspectos demográficos, econômicos e administrativos..... | 76 |
| 4.1.3 Características geoambientais..... | 77 |
| 4.2 Caracterização e fluxo dos resíduos sólidos urbanos..... | 80 |
| 4.2.1 Sistema de limpeza urbana..... | 80 |
| 4.2.2 Sistema de coleta e transporte..... | 82 |
| 4.2.2.1 Coleta domiciliar..... | 83 |
| 4.2.2.2 Coleta domiciliar especial e dos serviços de limpeza pública..... | 86 |
| 4.2.2.3 Coleta de fontes especiais..... | 86 |
| 4.2.3 Estimativas da geração de resíduos no município de Estiva Gerbi..... | 87 |
| 4.2.3.1 Estimativa de área para implantação de aterro sanitário (em valas)..... | 90 |
| 4.2.4 Caracterização física dos resíduos urbanos..... | 92 |
| 4.2.4.1 Determinação do teor de umidade e do material seco..... | 93 |
| 4.2.5 Avaliação da área do lixão municipal..... | 93 |
| 4.2.5.1 Características da área ocupada pelo lixão municipal..... | 94 |
| 4.2.5.2 Infra-estrutura existente..... | 96 |
| 4.2.5.3 Condições operacionais..... | 105 |

| | |
|---|------------|
| 4.3 Diretrizes para seleção de áreas à disposição final..... | 108 |
| 4.3.1 Avaliação das unidades geológicas geotécnicas..... | 108 |
| 4.3.2 Avaliação de áreas para um aterro sanitário (novo)..... | 110 |
| 4.3.3 Critérios geoambientais para a seleção de áreas no município de Estiva Gerbi..... | 111 |
| 4.4 Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos..... | 115 |
| 4.4.1 Sistema de limpeza urbana..... | 116 |
| 4.4.2 Sistema de coleta e transporte..... | 117 |
| 4.4.3 Programa ambiental: coleta seletiva e galpão de triagem..... | 119 |
| 4.4.4 Sistema de disposição final..... | 122 |
| 4.4.5 Visão holística para implantação do GIRSU..... | 124 |
| V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 126 |
| REFERÊNCIAS..... | 129 |
| APÊNDICE..... | 134 |
| Apêndice A - Cidade Limpa: retirada de entulhos e galhos..... | 135 |
| Apêndice B - Certificado de tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde..... | 136 |
| Apêndice C - Resultado do laboratório: teor de umidade e material seco..... | 137 |
| Apêndice D - Projeto de Coleta Seletiva e Galpão de Triagem - ATREGER..... | 138 |
| ANEXO – CONAMA: Resolução nº 308, de 21 de março de 2002..... | 145 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 01 - Fluxograma das etapas de trabalho e da delimitação da pesquisa..... | 05 |
| Figura 02 - Diagrama esquemático de algumas definições utilizadas..... | 19 |
| Figura 03 - Diagrama esquemático da classificação dos resíduos sólidos municipais..... | 23 |
| Figura 04 - Fluxo dos resíduos sólidos urbanos..... | 28 |
| Figura 05 - Representação esquemática da cadeia de reciclagem..... | 44 |
| Figura 06 - Esquema de uma trincheira para aterramento de resíduos sólidos..... | 56 |
| Figura 07 - Esquema em planta e corte (s/esc.) dos sistemas de tratamento..... | 57 |
| Figura 08 - Detalhe da cobertura temporária, utilizado em Catas Altas, MG..... | 58 |
| Figura 09 - Fluxograma de decisões sobre a destinação final de resíduos no município..... | 59 |
| Figura 10 - Diagrama esquemático da revitalização de <i>brownfields</i> | 68 |
| Figura 11 - Localização do município de Estiva Gerbi na Região Administrativa de Campinas..... | 76 |
| Figura 12 - Foto aérea (2000) com panorama das cavas de mineração, próximas à área urbana – Unidade VI (Unidade II modificada)..... | 79 |
| Figura 13 - Foto da coleta de domiciliar (regular), em 27 de abril de 2005..... | 84 |
| Figura 14 - Foto do depósito de resíduos no lixão municipal, em 27 de abril de 2005..... | 85 |
| Figura 15 - Foto da pesagem do caminhão de coleta, em 27 de abril de 2005..... | 88 |
| Figura 16 - Localização do lixão no município e com relação ao centro urbano..... | 96 |
| Figura 17 - Croqui da área ocupada pelo depósito de resíduos sólidos urbanos (lixão)..... | 97 |
| Figura 18 - Vista geral da área (nov., 2005)..... | 98 |
| Figura 19 - Foto do acesso à área do lixão municipal (nov., 2004)..... | 98 |
| Figura 20 - Foto de depósito de coleta domiciliar especial (nov., 2004)..... | 99 |
| Figura 21 - Foto de depósito de coleta domiciliar especial (nov., 2004)..... | 99 |
| Figura 22 - Foto de resíduos depositados pela coleta domiciliar especial (nov., 2004)..... | 100 |
| Figura 23 - Foto de resíduos depositados pela coleta domiciliar especial (nov., 2004)..... | 100 |
| Figura 24 - Foto de depósito clandestino por empresa particular (jul., 2005)..... | 101 |
| Figura 25 - Foto de resíduos industriais depositados clandestinamente (jul.,2005)..... | 101 |
| Figura 26 - Foto de parte da área aterrada com entulhos e solo local (abril, 2005..... | 102 |
| Figura 27 - Foto da área recém aterrada e ao fundo, Distrito Industrial, área urbana e taludes de antiga escavação de argila (abril 2005)..... | 103 |
| Figura 28 - Foto da barreira visual formada por galhos, entulhos e solo local (abril., 2005). | 104 |
| Figura 29 - Foto da área crítica com depósito de resíduos domiciliares drenagem de nascente (abril, 2005)..... | 104 |

| | |
|--|-----|
| Figura 30 - Foto da área com focos de auto-combustão (out.,2005)..... | 105 |
| Figura 31 - Foto de escavação para retirada de material de cobertura (abril, 2005)..... | 105 |
| Figura 32 - Foto de catador efetuando a triagem de recicláveis no lixão (abril,2005)..... | 106 |
| Figura 33 - Foto da presença de moscas nos resíduos depositados (abril, 2005)..... | 107 |
| Figura 34 - Foto dos cachorros que vivem no lixão municipal (abril, 2005)..... | 107 |
| Figura 35 - Mapa geológico geotécnico do município de Estiva Gerbi (SP)..... | 109 |
| Figura 36 - Fluxograma da estrutura do GIRSU como processo de melhoria continua..... | 115 |
| Figura 37 - Fluxograma das diretrizes aplicadas à estrutura proposta do GIRSU para o município de Estiva Gerbi (SP)..... | 125 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 01 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade..... | 21 |
| Quadro 02 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem, fontes geradoras, locais e tipos de resíduos produzidos..... | 24 |
| Quadro 03 - Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos..... | 25 |
| Quadro 04 - Importância das características aplicada ao planejamento dos RSU..... | 33 |
| Quadro 05 - Síntese das principais restrições e potencialidades das Unidades de análise à implantação de aterro sanitário..... | 113 |
| Quadro 06 - Planilha de controle por Setor de Serviços da Limpeza Pública..... | 117 |

INDICE DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 01 - Enquadramento das instalações de disposição final em função dos índices de IQR e IQC..... | 15 |
| Tabela 02 - Evolução da geração de resíduos sólidos e das condições dos sistemas de disposição final no Estado de São.Paulo..... | 16 |
| Tabela 03 - Evolução do número de municípios e percentagens referentes ao IQR..... | 16 |
| Tabela 04 - Número de municípios com TAC em vigência e percentual em relação ao de municípios paulistas..... | 17 |
| Tabela 05 - Geração de resíduos sólidos per capita..... | 30 |
| Tabela 06 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em alguns países (%)... | 30 |
| Tabela 07 - Critérios para priorização de áreas à implantação de aterro sanitário..... | 62 |
| Tabela 08 - Projeção da população urbana | 88 |
| Tabela 09 - Pesagem dos resíduos sólidos coletados por períodos..... | 89 |
| Tabela 10 - Projeção da geração de resíduos sólidos domiciliares (15 anos)..... | 90 |
| Tabela 11 - Cálculo de área necessária à implantação de aterro sanitário (em valas)..... | 91 |
| Tabela 12 - Composição de materiais presentes na amostra..... | 92 |
| Tabela 13 - Enquadramento do município de Estiva Gerbi, IQR (valas), TAC e LI – LO..... | 94 |
| Tabela 14 - Caracterização das Unidades Geológicas-geotécnica à implantação de aterro sanitário no município de Estiva Gerbi..... | 112 |
| Tabela 15 - Critérios geoambientais selecionados à implantação de aterro sanitários..... | 114 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

| | |
|-------------|---|
| ABNT | - Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ATREGER | - Associação dos Trabalhadores na Coleta e Reciclagem de Resíduos Domésticos e Recicláveis de Estiva Gerbi e Região |
| CBH | - Comitê de Bacia Hidrográfica |
| CBH-Mogi | - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu |
| CEMPRE | - Compromisso Empresarial para Reciclagem |
| CEPAM | - Centro de Estudos e Pesquisas em Administração Municipal |
| CETESB | - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental |
| CPLEA | - Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental |
| CONAMA | - Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DAE | - Departamento de Água e Esgoto |
| DOS | - Departamento de Obras e Serviços Municipais |
| DS | - Departamento de Saúde |
| EPA | - Environmental Protection Agency |
| EPI | - Equipamento de Proteção Individual |
| EUA | - Estados Unidos da América |
| FECOP | - Fundo Especial de Prevenção e Controle da Poluição |
| FEHIDRO | - Fundo Estadual de Recursos Hídricos |
| GIRSU | - Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos |
| IBAM | - Instituto Brasileiro de Administração Municipal |
| IBGE | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDEC | - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor |
| IGC | - Instituto Geográfico e Cartográfico |
| IGCE | - Instituto de Geociências e Ciências Exatas |
| IPT | - Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| IQC | - Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem |
| IQR | - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos |
| kg/hab/dia: | - Quilogramas/habitante/dia |
| km | - Quilômetro |
| LEV's | - Locais de entrega voluntária |
| LF | - Licença de Funcionamento |
| LI | - Licença de Instalação |
| LO | - Licença de Operação |

| | |
|---------|---|
| LP | - Licença Prévia |
| MMA | - Ministério do Meio Ambiente |
| NBR | - Norma Brasileira Registrada |
| OMS | - Organização Mundial da Saúde |
| ONU | - Organização das Nações Unidas |
| PEV's | - Postos de entrega voluntária |
| PL | - Projeto de Lei |
| PMEG | - Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi |
| PNRS | - Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PROSAB | - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico |
| SEBRAE | - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo |
| RSU | - Resíduos sólidos urbanos |
| SEDU/PR | - Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República |
| SMA | - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo |
| TAC | - Termo de Ajustamento de Conduta |
| t/dia | - Tonelada/dia. |
| t/mês | - Tonelada/mês |
| UNESP | - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" |
| UNICAMP | - Universidade Estadual de Campinas |
| UNICEF | - Fundo das Nações Unidas |
| UGRHI | - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos |
| USP | - Universidade de São Paulo |

RESUMO

A crescente geração de resíduos sólidos e a destinação final inadequada ocasionam diversos problemas ambientais na maioria das cidades brasileiras e que afetam a qualidade de vida de seus habitantes. O depósito de resíduos sólidos urbanos em “lixões” ainda é a prática mais utilizada para a destinação final, principalmente, nos municípios de pequeno porte. O município de Estiva Gerbi, no interior do Estado de São Paulo, área de estudo, tem uma população estimada de 10.223 habitantes (IBGE, 2006) e gera, diariamente, 4,4 toneladas de resíduos sólidos urbanos, dos quais 32,8% representam materiais recicláveis. A coleta regular municipal atende 99% dos domicílios, porém, desde 1993, os resíduos são depositados inadequadamente em uma área caracterizada como passivo ambiental, de antiga cava de mineração de argila. A situação agrava-se com a presença de catadores que efetuam a triagem de recicláveis no local. Não há controle dos resíduos depositados, nem do acesso à área (pessoas ou veículos), ocorrendo, inclusive, o lançamento clandestino de resíduos industriais (não inertes) no local. Além das dificuldades financeiras, administrativas e técnicas, o município tem sido autuado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) por não atender às exigências mínimas de controle na área. A situação atual dos resíduos sólidos nesse município foi levantada como base de estudos para a apresentação de diretrizes específicas. Foram analisadas as características das unidades geológico-geotécnicas quanto às restrições e potencialidades à implantação de um aterro sanitário e selecionaram-se critérios geoambientais de orientação à pré-seleção de áreas com tal finalidade. São apresentadas, ainda, alternativas tecnológicas simplificadas, de fácil operação e manutenção, sanitariamente adequadas à disposição final dos resíduos sólidos. A pequena área urbana (7 km²), a quantidade de resíduos gerados e o trabalho insalubre dos catadores no lixão justifica a implantação de um Programa Municipal de Coleta Seletiva, associado a montagem de um Galpão de Triagem, para geração de trabalho e renda aos catadores. A pesquisa apresenta diretrizes à implantação de um gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, da coleta à disposição final, como importante instrumento de Política Pública de Saneamento Ambiental para o município de Estiva Gerbi (SP).

Palavras chave: resíduos sólidos, lixo, aterro sanitário, gerenciamento ambiental, Estiva Gerbi.

ABSTRACT

The growing generation of solid waste and its final inadequate destination cause several environmental problems in the majority of the Brazilian cities which affect the quality of life of its inhabitants. Dumping solid urban waste in “dumps” is the most used practice as a final destination, especially in small cities. The city of Estiva Gerbi, located in the countryside of the State of São Paulo, a study area, has a population of approximately 10.223 inhabitants (IBGE, 2006) and generates daily, 4.4 tons of solid urban waste, from which 32,8% represent recyclable materials. Regular municipal collection attends 99% of the dwellings, however since 1993; the waste is deposited inadequately in an area characterized as environmental liability, from old clay mining. The situation becomes more serious with the presence of scavengers who sort out the recyclables in the area. There is no control of the waste deposited, nor of the access to the area (people and vehicles), also having the dumping of clandestine industrial waste (not inert) in the place. Besides the financial, administrative and technical difficulties, the city has suffered constant bookings by the CETESB (Environmental Agency) for not fulfilling the minimal control requirements in the area. The current situation of the solid waste in this city has been raised as basis for study for the presentation of specific guidelines. The Geological Geotechnical characteristics of the units were analyzed as to the restrictions and potentiality of implanting a sanitary landfill and geoenvironmental criteria of orientation and pre-selection of areas for this purpose. Still, simplified technological alternatives are presented, of easy operation and maintenance, sanitarily adequate to the final disposition of the solid waste. The small urban area (7km²), the quantity of waste generated and insalubrious work from the scavengers in dumps justifies the implantation of a Municipal Program for Selective Collection, associated with the building of a Sorting Warehouse for the generation of work and income for the scavengers. The research presents guidelines for the implantation of an integrated management of urban solid waste, collection and final disposition, as an important instrument of Environmental Sanitation Public Policy for the city of Estiva Gerbi (SP).

Key Word: solid waste, garbage, sanitary landfill, integrated management, geoenvironmental criteria, Estiva Gerbi.

I INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico implantado na maioria dos países e no Brasil interfere na qualidade ambiental, não só nas grandes concentrações urbanas, como também nas médias e pequenas cidades. Verifica-se que a maioria dos municípios brasileiros apresenta dificuldades e características semelhantes quanto aos problemas ambientais, principalmente com relação ao gerenciamento de seus resíduos sólidos urbanos (lixo municipal).

A produção de diversas novas mercadorias induz a um tipo de consumo além do necessário e determina o aumento da geração de diferentes tipos de resíduos, portanto a quantidade e composição estão relacionadas com os novos hábitos de consumo.

No Estado de São Paulo, verifica-se um aumento do volume e do número de resíduos sólidos urbanos gerados, inclusive cada vez mais sintéticos, o que determina a necessidade de mais áreas para a disposição final, além de maiores riscos de contaminação do solo e dos recursos hídricos (IPT; CEMPRE, 2000).

Sabe-se que no Brasil, que a deposição de resíduos sólidos em “lixões” é a destinação final mais utilizada, principalmente por municípios com população inferior a dez mil habitantes, considerados de pequeno porte. Cerca de 48% desses municípios efetuam este tipo de destinação inadequada, dos quais 63,3% dos resíduos coletados são depositados em “lixões” e 16,3% em “aterros controlados” (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Atualmente, pode-se considerar que as Administrações Municipais são as responsáveis pelo gerenciamento dos seus resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até a destinação final. Para o estabelecimento de um gerenciamento adequado desses resíduos, pressupõe-se o estabelecimento de programas e ações integradas, que institucionalizadas tornem-se instrumentos de política pública de saneamento ambiental, mas a maioria dos municípios apresenta dificuldades. Estas, geralmente relacionam-se aos problemas administrativos, econômicos e políticos, tais como: limitações financeiras, ausência de capacitação técnica profissional, descontinuidade político-administrativa, falta de controle ambiental e pouca conscientização da população quanto aos problemas ambientais.

Paralelamente a estas dificuldades, a problemática tem se agravado com a crise econômica e social, na qual a ausência de trabalho e geração de renda tem levado milhares de pessoas a exercerem a atividade de recolher materiais recicláveis nas ruas e em lixões. Em

muitos casos comprova-se nesta atividade até mesmo a presença de crianças e adolescentes. O manejo inadequado dos resíduos sólidos expõe esses trabalhadores a diversos riscos, inclusive aos relacionados à saúde pública.

Para minimizar este problema, de um lado muitas administrações municipais têm investido na organização dos catadores de materiais recicláveis em associações ou cooperativas, muitas vezes com parcerias (mentores ou incubadores), tendo a finalidade de gerar trabalho, renda, e melhoria da qualidade de vida. De outro lado, apenas essas iniciativas não são suficientes, pois a deposição de resíduos sólidos em “lixões” ainda é a prática mais utilizada pela maioria dos municípios brasileiros. Desta forma, torna-se necessário que as administrações municipais desenvolvam ações integradas para gerenciar os resíduos sólidos urbanos (da coleta à disposição final) e que o façam de forma ambientalmente adequada.

Uma das alternativas possíveis é a seleção de alternativas tecnológicas de disposição final que atenda às condições específicas destes municípios, tanto do ponto de vista sanitário e ambiental, como econômico. Assim, neste trabalho se propôs estudar alternativas tecnológicas de disposição final de resíduos sólidos urbanos, que apresentem simplicidade operacional e facilidade de manutenção e, conseqüentemente, menores custos, tornando-se viável sua implantação em municípios de pequeno porte. Também foram estudados e selecionados critérios geoambientais para orientar estes municípios sobre uma avaliação preliminar de localização adequada à implantação destas tecnologias.

Diante da problemática ambiental apresentada principalmente nos municípios de pequeno porte, foi proposto o desenvolvimento de um estudo de caso. Para tanto foi selecionado o município de Estiva Gerbi, no interior do Estado de São Paulo por apresentar sérios problemas quanto à destinação final dos resíduos sólidos que produz.

Em Estiva Gerbi, o sistema de coleta regular atende 99,39% dos domicílios urbanos (BRASIL, 2006), mas os resíduos sólidos coletados são depositados em área constituída por antigas cavas de extração de argila. A área caracteriza-se como “lixão” ou “vazadouro”, pois os resíduos são depositados à céu aberto. Não há controle das quantidades e tipos de resíduos depositados no solo, nem do acesso de veículos ou pessoas ao local. A situação agrava-se com a presença de catadores que efetuam a triagem dos materiais recicláveis.

Este tipo de destinação final não atende às exigências mínimas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sendo que a administração municipal tem sofrido autuações por parte deste órgão. Além disso, o município não possui recursos financeiros suficientes para viabilizar a implantação de

programas e projetos específicos para minimizar os impactos desta destinação final inadequada.

Desta forma, o estudo de caso desenvolvido elaborou diretrizes à implantação de um “Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos” no município de Estiva Gerbi, como instrumento de política pública de Saneamento Ambiental. As diretrizes tiveram por finalidade orientar o planejamento e tomada de decisão quanto aos projetos e programas ambientais municipais. Porém, cabe ao poder público implementá-las para garantir a preservação dos seus recursos naturais, bem como a melhoria da qualidade de vida da população.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

A presente pesquisa tem como objetivo geral efetuar o diagnóstico geoambiental dos resíduos sólidos urbanos no município de Estiva Gerbi (SP), e elaborar diretrizes para a implantação de um “Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos”, como instrumento de “Política Pública de Saneamento Ambiental”.

1.2.2 Objetivos específicos

Para o município estudado foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- caracterizar a situação atual do sistema de resíduos sólidos urbanos;
- elaborar diretrizes para a implantação de um programa de coleta seletiva com a organização dos catadores de materiais recicláveis;
- analisar as Unidades geológicas geotécnicas e suas respectivas características conforme as formuladas por Cândido (2004), e selecionar critérios geoambientais a fim de verificar suas potencialidades à implantação de disposição final de resíduos sólidos urbanos; e,
- elaborar diretrizes para a implantação de um aterro sanitário, de fácil operação e manutenção.

II MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

Para atingir os objetivos estabelecidos foi selecionado o tipo de pesquisa e respectivo método a serem utilizados. Ao caso aplica-se a pesquisa exploratória (conhecer e familiarizar-se com o problema, torná-lo mais explícito e descobrir intuições, Gil, 1.991). A partir da definição da situação problemática e das variáveis envolvidas, optou-se pelo estudo de caso, que permite verificar a multiplicidade das dimensões de um problema pesquisável, focalizando-o como um todo. O estudo de caso caracterizou-se pela flexibilidade, porém delimitou-se cinco fases para o seu desenvolvimento, ou seja: delimitação da unidade-caso; coleta de dados; procedimentos técnicos; análise e interpretação dos dados; discussão dos resultados e elaboração das diretrizes.

2.1 Método de trabalho

A partir da definição da situação problemática “dificuldade dos municípios de pequeno porte no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (lixo municipal)” e da opção pelo “estudo de caso”, elaborou-se um Plano de Trabalho para orientar e direcionar as etapas de trabalho a serem desenvolvidas.

As etapas de trabalho foram delimitadas a partir do método da indução, ou seja, organização de dados para construir a informação e adquirir conhecimento. Assim, para constituir a base teórica foi efetuada uma revisão bibliográfica abrangente da situação problemática. Após a escolha do local de estudo, procedeu-se a coleta de dados documentais e de campo, a partir de observações e levantamentos *in loco* para compreender, identificar e diagnosticar a situação atual dos resíduos sólidos urbanos (problema pesquisável). Os dados coletados foram formatados em quadros e tabelas para análise e discussão dos resultados. A seqüência sistematizada das etapas de trabalho desta pesquisa é apresentada na Figura 01 e são descritas a seguir.

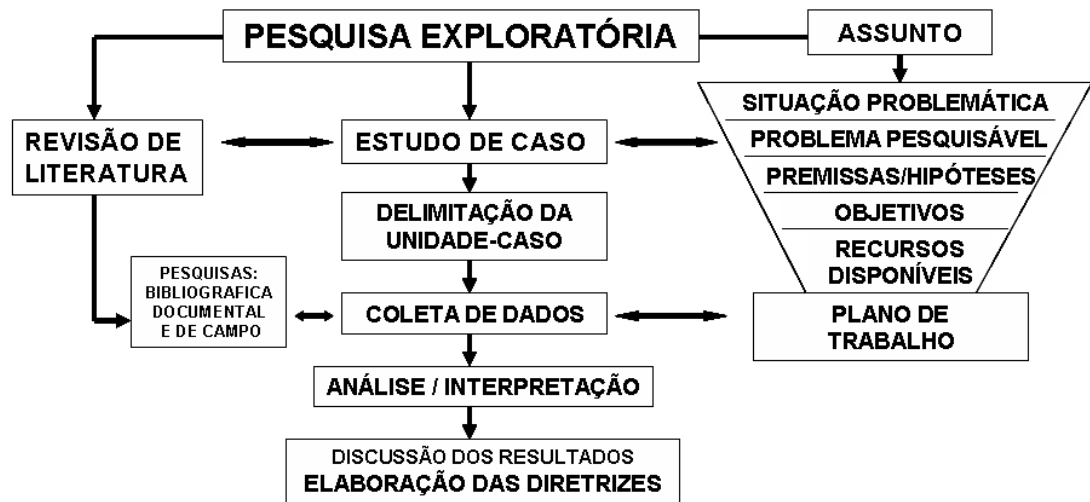


Figura 01 – Fluxo das etapas de trabalho e da delimitação da pesquisa

Fonte: adaptado Andrew e Hildebrand, 1982.

2.1.1 Delimitação da unidade-caso: área de estudo

A delimitação da unidade-caso baseou-se na associação de dois fatores, ou seja: viabilidade técnica e econômica (recursos disponíveis) e à situação problemática dos resíduos sólidos urbanos em município de pequeno porte.

A partir do conhecimento prévio do local de destinação final no município de Estiva Gerbi (SP); e, contato anterior com catadores de materiais recicláveis (presentes na área), verificou-se a necessidade de desenvolvimento deste trabalho. Assim, primeiramente confirmou-se o interesse da Administração, e após, obteve-se a autorização do Prefeito Municipal para início da pesquisa.

2.1.2 Coleta de dados

A coleta de dados para o estudo de caso, foi composta pelos seguintes elementos:

- a) **pesquisa bibliográfica:** dirigida para a identificação, compreensão e análise do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos inseridos no contexto do planejamento ambiental, efetuando-se abrangente revisão de literatura;
- b) **pesquisa documental:** efetuada a partir de relatórios técnicos, documentos, mapas e cartas topográficas, dados estatísticos, técnico e da legislação vigente; e,
- c) **pesquisa de campo:** visitas técnicas com relatórios de vistoria, levantamento fotográfico, entrevistas e aplicação de métodos para caracterizar o sistema atual de resíduos sólidos urbanos do município.

Para efetuar a coleta de dados foram visitados os seguintes órgãos e instituições: Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi (PMEG) e respectivos departamentos municipais; CETESB (agência regional de Pirassununga), Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (CBH – Mogi), participando de reuniões em diversos municípios;; ATREGER (Associação de Trabalhadores na Coleta e Reciclagem de Resíduos Domésticos e Recicláveis de Estiva Gerbi; e, Bibliotecas de Universidades: Universidade Estadual Paulista (UNESP, Campus de Rio Claro); Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); e, Universidade de São Paulo (Campus de São Carlos). Também foram consultados (on line) demais órgãos federais, estaduais; instituições e associações de pesquisa, efetuando-se coleta de publicações científicas, manuais, normas e legislações, disponibilizadas em bando de dados e sites oficiais.

2.1.3 Procedimentos técnicos

Para a caracterização do sistema atual de resíduos sólidos urbanos no município estudado, foram selecionados métodos para serem aplicados que encontram-se descritos no Manual de Gerenciamento Integrado (IPT; CEMPRE, 2000) e no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001), dos quais foram utilizados os seguintes procedimentos técnicos:

- estimativa da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados “per capita” (kg/habitante/dia);
- projeção de crescimento da população para os próximos 15 anos;
- estimativa atual e futura da geração de resíduos sólidos no município;
- coleta de amostras para análise da composição física, mediante triagem dos componentes (quarteamento de amostra – in loco);
- coleta de amostra para análise (em laboratório) do teor de umidade e do material seco; e,
- estimativa em porcentagens dos materiais presentes na amostra.

Os dados levantados por Cândido (2004) referente às seis unidades geológicas-geotécnicas no município de Estiva Gerbi foram utilizados como base de estudos para a elaboração de uma tabela de análise.

Os critérios geoambientais de adequabilidade de locais à implantação de aterros sanitários, foram selecionados e definidos para serem utilizados os de maior aplicabilidade

aos municípios de pequeno porte. Para este procedimento foram utilizadas as seguintes publicações técnicas: Manual de Gerenciamento Integrado (IPT; CEMPRE, 2000); Apostila Ambiental da CETESB (2005b); e, Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte (CASTILHOS JR, 2003).

Na revisão de literatura também foram pesquisadas tecnologias simplificadas para municípios de pequeno porte, a partir das seguintes publicações: aterro em valas (CETESB, 2005b); aterro sustentável (CASTILHOS JR, 2003); com a finalidade de elaborar diretrizes para o município de Estiva Gerbi.

2.1.4 Análise e interpretação dos dados

Os dados coletados foram formatados em quadros explicativos e tabelas para facilitar à análise e interpretação. Após a integração do material com a revisão de literatura efetuada procedeu-se a discussão dos resultados.

A partir desta etapa elaborou-se os seguintes produtos:

- caracterização do atual sistema de resíduos sólidos urbanos de Estiva Gerbi;
- caracterização geológica-geotécnica das Unidades Geológicas (CÂNDIDO, 2004) na área territorial do município estudado;
- potencialidades e dificuldades de cada unidade geológica-geotécnica do município à implantação de aterro sanitário; e
- critérios geoambientais para a pré-seleção de áreas adequadas a implantação de aterro sanitário aplicada à municípios de pequeno porte;

2.1.5 Discussão dos resultados e elaboração das diretrizes

A partir dos produtos apresentados foram discutidos os resultados que permitiram a elaboração de diretrizes propostas por esta pesquisa como proposta de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos para o município de Estiva Gerbi, SP.

A redação desta pesquisa foi digitalizada de acordo com as normas do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE (UNESP, 2006) e da Normalização Documentária da Biblioteca do Campus de Rio Claro (UNESP, 2006), elaborada segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em suas normas, NBR 6032:2002 e NBR 10520:2002, referentes respectivamente a referências e citações.

III REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Lixo: resíduos sólidos

3.1.1 Aspectos históricos

Desde os primórdios as sociedades humanas interferem sobre o meio ambiente, movidas pelo impulso da sobrevivência. Estas agravaram-se com o sedentarismo, a agricultura e a metalurgia primitivas, gerando dejetos, resíduos, que foram ao longo dos tempos depositados em qualquer lugar (SHNEIDER et al., 2004).

Nas cidades antigas, a higiene representava um sério problema, pois a maioria delas não possuía um sistema para eliminar os resíduos gerados. O comportamento do homem era marcado pela ausência de preocupações sanitárias. Na antiga Mesopotâmia, atual Iraque, o procedimento com relação ao lixo era empilhá-lo sucessivamente, formando colinas sobre as quais as pessoas viviam. Este procedimento estava associado à necessidade de utilizar áreas elevadas para observar o gado e escapar das enchentes (CONSONI, 2001).

Na antiga cidade de Ur, há 2.500 a.C., os dejetos eram lançados nas vielas, deixando os transeuntes pisá-los. Com o passar do tempo, devido as chuvas e para que a sujeira não entrasse nas casas, as soleiras eram erguidas. Com a repetição desse processo, a solução era a demolição das casas para que o terreno fosse nivelado ou elevado em relação à viela, construindo-se novas casas (KITAKYUSHU CITY GOVERNMENT, 1994 apud CONSONI, 2001, p.22).

Já as cidades da civilização hindu possuíam instalações e sistemas sanitários. A cidade de Mohenjo-Daro era dividida ordenadamente, sendo bem ventilada. Para o suprimento de água eram construídos poços e instalações de drenagem de águas. Muitos dos condutos de esgotos eram enterrados sob as casas e unidos à drenagem principal das ruas. Os excrementos eram armazenados em caixas de retenção situadas nas ruas, sendo estas inspecionados e limpas (retirados os dejetos depositados) pelos agentes de saúde. As mesmas medidas sanitárias eram efetuadas com relação ao lixo, ou seja, na parte externa da casa era instalada uma canaleta para depositar os resíduos, que periodicamente eram removidos pela equipe de coleta. Atribui-se como uma das razões para as instalações sanitárias tão completas, a crença religiosa e por vezes o sistema de poder local. Mas as cidades hindus, nos últimos

anos, devido ao conservadorismo e à estagnação, foram dominadas pela desordem, cedendo lugar à ocupação desordenada, perdendo a sua limpeza (CONSONI, 2001).

Na Grécia, a maioria das cidades apresentava uma mistura de esgoto e poeira. Já as cidades romanas possuíam sistemas de esgotos, contribuindo para a história da engenharia sanitária. Consoni (op. cit.) cita como exemplo de cidade grega, Atenas, que era considerada padrão nos princípios das políticas democráticas, na cultura, na ciência e nas artes, mas não possuía medidas sanitárias para as águas residuárias e para o lixo. Já no caso das cidades romanas, o problema estava nas grandes concentrações urbanas, onde as instalações sanitárias eram insuficientes e a população menos favorecida precisava acondicionar seus resíduos sólidos e águas residuárias em recipientes-reservatórios, para depois serem transportados e depositados nos arredores da cidade. O “*Camarium*” de Roma, exemplo de local de depósito, é descrito como um grupo de valas nas quais os corpos de seres humanos, de animais e todo tipo de lixo (demais para serem enumerados) eram depositados.

Na Europa Medieval, a maioria das cidades possuía muralhas para conter a invasão dos inimigos, o que provocava uma superpopulação. A população era proibida de jogar lixo nas ruas e era obrigada a limpá-las, mas geralmente, essas leis eram ignoradas, e assim, pilhas de dejetos eram amontoados e acumulando-se, chegavam a obstruir a passagem nas vias públicas, até serem retiradas. Por isso constituíam um sério problema de saneamento (KITAKYUSHU CITY GOVERNMENT, 1994 apud CONSONI, 2001, p. 24).

Em Paris, nos séculos XII e XIII, as águas residuárias eram coletadas em um canal aberto no centro das vias, onde os dejetos e excrementos eram depositados. Quando chovia, o esgoto extravasava à rua juntamente com os resíduos. No século XIV, entre 1348 e 1350, surge a peste bubônica, que foi propagada pela proliferação de ratos, fazendo 43 milhões de vítimas na Europa. Esta se viu obrigada a fazer alteração nas posturas quanto à coleta das águas residuárias e do lixo (CONSONI, 2001).

Desde o século XVIII, a devastação dos recursos naturais e a urbanização sem controle que se seguiu à Revolução Industrial, aliado ao desenvolvimento tecnológico, deram origem a diversos tipos de resíduos e uma série de agravos ao saneamento básico (água, esgoto, drenagem e lixo), inclusive afetando à saúde da população (CONSONI op. cit.).

Nos séculos XIX e XX foram produzidos os mais variados tipos de artefatos, gerando milhares de toneladas de “lixo” sem a preocupação com as conseqüências para a humanidade e para o ambiente. As mudanças de hábito culturais das sociedades contemporâneas não só aumentaram a quantidade de resíduos descartados no lixo urbano,

como também passaram a gerar cada vez mais embalagens, com diferentes tipos de material, sendo a maioria não-biodegradável ou de degradação muito lenta (BRASIL, 2002a).

3.1.2 Panorama mundial e no Brasil

O problema do lixo é um dos mais graves para as sociedades modernas. Segundo Calderoni (2003), a quantidade de resíduos sólidos, comumente chamados de lixo, gerado no mundo chega a 10 milhões de toneladas por dia. No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) são produzidos cerca de 240 mil toneladas diárias de resíduos sólidos, representando uma produção média maior do que 1 kg/hab/dia.

A grande geração e destinação inadequada dos resíduos sólidos constituem sérios problemas que afetam diretamente à qualidade de vida da população, podendo causar impactos e contaminações ao ambiente.

Vários países europeus como Alemanha, Holanda, Áustria, Espanha e Suécia, entre outros, introduziram nos últimos anos leis para reduzir a geração de resíduos presentes no lixo urbano, como vasilhames e embalagens. Na Suécia, por exemplo, as empresas são responsáveis pelo recolhimento das embalagens que são usadas pelo mercado consumidor. O mesmo ocorre com jornais, folhetos publicitários, revistas e catálogos, além de pneus. E para racionalizar este processo e tornar mais econômico o manejo da reciclagem, os produtores uniram esforços e se organizaram (BRASIL, 2002a).

Na Europa, durante a década de 1990, foram criadas legislações para responsabilizar o fabricante pelos resíduos ao final de sua vida útil. Os alemães denominaram como *economia de ciclos (kreislaufwirtschaft)*, ou seja, é a aplicação do princípio poluidor-pagador, uma vez que os custos para manejo dos resíduos se incorporam ao preço do produto pago pelo consumidor. A legislação tem incluído metas de reuso e reciclagem de materiais para cada caso. Além disso, a Convenção da Basileia, em 1993, regulamentou o trânsito internacional como também o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos. Esta regulamentação surgiu em função dos casos de envio de produtos dos países desenvolvidos para certos países em desenvolvimento, principalmente na África, Sudeste Asiático e Europa Oriental (PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005).

Segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo (SEBRAE), a população mundial cresceu 18% entre 1970 e 1990, o lixo produzido aumentou 25% no mesmo período (LAJOLO, 2003).

No Brasil, atualmente, a gestão de resíduos sólidos (lixo urbano) é considerada um dos setores do saneamento básico. Tradicionalmente é competência do município o gerenciamento dos resíduos produzidos em seu território, incluindo-se os provenientes dos serviços de saúde, com exceção apenas dos de natureza industrial (MONTEIRO et al., 2001).

Grande parte do lixo produzido no país não é regularmente coletado, permanecendo junto às habitações (principalmente em áreas de baixa renda) ou sendo vazado para logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos d'água.

Em cerca de 80% dos casos de municípios com coleta regular, o lixo municipal é depositado em locais inadequados, áreas de depósito a céu aberto, comumente chamadas de "lixões". A problemática desta destinação inadequada agrava-se com a presença de catadores nestes locais, inclusive crianças (MONTEIRO op. cit.).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE (Censo 2000), demonstrou que 64% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos em lixões, 18% em aterros controlados e apenas 14% em aterros sanitários, considerados como destinação final adequada (BRASIL, 2002a).

Para Heringer (2003), além da geração excessiva de lixo (com materiais que podem ser reaproveitados e reciclados), a destinação indevida é um grave problema ambiental. O "lixão", depósito de lixo a céu aberto, com simples descarga sobre o solo, além de exalar maus odores, provoca a poluição do solo e das águas subterrâneas, pois permite a percolação de chorume (líquido escuro e altamente tóxico). Esta prática também tem consequências negativas para a saúde pública, porque constitui ambiente propício para a proliferação de vetores de doenças.

No Brasil ainda não existe uma ação mais estruturada para manejo adequado de resíduos perigosos de origem doméstica, como embalagens vazias de produtos químicos, borras de tinta de pequenas reformas, restos de óleo lubrificantes, solventes de uso doméstico, remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes, etc. Estes resíduos acabam geralmente depositados em aterros ou lixões. Em municípios onde a compostagem é realizada, existe uma discussão sobre os riscos de contaminação do composto pelos poluentes químicos orgânicos e metais pesados provenientes dessas fontes (IPT; CEMPRE, 2000).

Estima-se que existam de 70 a 100 mil produtos químicos sintéticos, utilizados de forma comercial na agricultura, na indústria e nos produtos domésticos. Muitos desses produtos contêm metais pesados, como o mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e níquel (Ni), que podem se acumular nos tecidos vivos, até atingir níveis perigosos para a saúde. As conseqüências que acarretam só são percebidas depois de muito tempo, e os efeitos da exposição prolongada a essas substâncias ainda não são totalmente conhecidos. No entanto, testes em animais mostraram que os metais pesados provocam sérias alterações no organismo, como o aparecimento de câncer, deficiência no sistema imunológico e nervoso, distúrbios genéticos, entre outros (BRASIL, 2002a).

Há ainda um novo tipo de lixo que traz problemas para o meio ambiente: o lixo eletrônico tais como, computadores, telefones celulares, televisores, outros aparelhos. Seus componentes desses aparelhos, por falta de destino apropriado, são incinerados ou depositados inadequadamente no solo. Além de ocupar muito espaço, as peças contêm metais pesados. Cabe observar que a reciclagem é um dos meios de tratar estes resíduos; a outra é a substituição de metais pesados por outros menos tóxicos. A tendência é que os fabricantes sejam responsabilizados a receber os equipamentos descartados e dar-lhes destinação final ambientalmente correta, como nos países europeus. No Brasil, os fornecedores de telefones celulares já recebem as baterias fora de uso (BRASIL, op. cit.).

A presença do catador de recicláveis em lixões e nas ruas, com o contato direto com todos os tipos de resíduos sólidos presentes no lixo urbano, impõem alto risco à saúde deles, sendo os mais expostos às doenças e às contaminações.

Os catadores estão em atividade em mais de 3.800 municípios brasileiros. Atuando informalmente, chegam a encaminhar 20% dos resíduos coletados à reciclagem, segundo pesquisa realizada em 2000, pelo Fundo das Nações Unidas - UNICEF (FÓRUM, 2005).

Estão presentes em mais de 37% das capitais brasileiras e em 68% das cidades com mais de 50 mil habitantes. Enfrentam um trabalho exaustivo, por vezes com jornada de até 12 horas diárias, submetem-se a puxar carrinhos com mais de 200 kg de lixo, percorrem mais de 20 km ao dia, e no final, são explorados pelos donos de depósitos de materiais recicláveis (sucateiros). A separação dos materiais recicláveis pelos catadores faz com que o “lixo” tenha dois valores: *o de troca*, efetuando-se venda ao sucateiro e o *valor de uso*, quando são reutilizados de alguma forma (CONCEIÇÃO, 2003).

A renda do catador varia em função da composição do lixo, quanto mais embalagens encontradas no lixo, maior é sua renda. Famílias inteiras e até crianças trabalham em lixões.

Segundo a pesquisa do UNICEF, realizada em 2000, no Brasil aproximadamente 43 mil crianças e adolescentes (filhos de famílias de catadores) trabalham no lixo. Em alguns lixões, mais de 30% das crianças, em idade escolar nunca foram à escola. Além de ser um trabalho desumano e ilegal, expõe a saúde a todos os tipos de riscos (BRASIL, 2002a).

Confirmando a problemática apresentada, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), é bastante reduzido o número de municípios brasileiros que possuem sistema adequado de coleta seletiva, manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Nem todos os Estados brasileiros possuem leis que regulamentem o tema. No plano Federal, existem resoluções de órgãos como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que obrigam os fabricantes a destinar de forma ambientalmente adequada certos produtos descartados (caso de pneus e baterias). Em fins de 2002 tramitavam no Congresso Nacional, vários projetos de lei sobre o tema. No entanto, a PNRS ainda não havia sido aprovada (BRASIL, op. cit.). E até a presente data está ainda encontra-se em fase de aprovação de seu relatório final.

3.1.3 Situação atual no Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, a problemática dos resíduos sólidos urbanos (lixo municipal) associa-se ao desenvolvimento econômico, que induz a um consumo cada vez mais intenso, gerando maiores quantidades de resíduos urbanos e, conseqüentemente, a demanda de mais locais para sua disposição final.

O lixo municipal é frequentemente coletado através do sistema de limpeza pública, mas acaba sendo depositado inadequadamente no solo, constituindo-se como um dos maiores problemas para as administrações municipais.

Desde 1997, a CETESB verifica esta problemática através de diversos levantamentos efetuados sobre as condições ambientais e sanitárias dos locais de destinação final dos resíduos domiciliares nos municípios paulistas. Neste ano, foi constado por este órgão que dos 645 municípios do estado, 502 deles (77,8%) apresentavam destinação final inadequada. Assim, em 1998, foi instituído o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares como um instrumento de controle, fiscalização e orientação dos municípios paulistas. (CETESB, 2004).

No relatório referente ao ano de 2005, destaca-se a evolução referente à quantidade de resíduos dispostos adequadamente que passou de 10,9 % do total gerado em 1997, para

80,2% em 2005. Considerando que em 1997 o total de resíduos era de 18.232 t/dia e em 2005 foi de 27.971 t/dia. Outra indicação refere-se ao número de municípios cuja disposição se enquadra em condição inadequada. Em 1997, correspondia a 77,8% dos sistemas municipais do Estado e que em 2005 correspondem a 23,6 % dos municípios. Esta redução de 54,2 % representa que 152 municípios ainda apresentam condições inadequadas (CETESB, 2006).

Este índice de redução, segundo o órgão deve-se ao controle e à orientação técnica prestada aos municípios. Salienta-se também, que foram disponibilizados pelo governo estadual, recursos financeiros aos municípios de pequeno porte, através do Programa de Aterro Sanitário em Valas, estabelecido pelos Decretos 44.760 de 13/03/2000 e 45.001 de 27/06;2000; e, do Fundo Especial de Prevenção e Controle da Poluição – FECOP, criado pela Lei 11.160, de 18/06/2002. O Programa de Aterro em Valas, atualmente encontra-se sob a responsabilidade da Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental (CPLEA), da Secretaria do Meio Ambiente (CETESB, op. cit.).

Cumprir salientar que desde 1997, foram alocados recursos do FEHIDRO, no valor de R\$ 15,8 milhões para a elaboração de projetos e implantação de aterros sanitários, por intermédio do Comitê de Bacias Hidrográficas, conforme disposto na Lei 7.663, de 30/12/1991, e no Decreto 48.896, de 26/08/2004. Neste programa, a CETESB atua como agente técnico do FEHIDRO, efetuando a análise de projetos e acompanhamento de obras, para a liberação dos recursos correspondentes (CETESB, 2006).

Pode-se dizer que o Estado de São Paulo tem mecanismos de controle e apresenta uma melhoria geral, mas ainda persistem os problemas quanto à disposição final, principalmente para os municípios de pequeno porte. Os projetos e programas referentes aos resíduos sólidos urbanos requerem investimentos específicos, e justamente estes municípios são os que apresentam maiores dificuldades na obtenção de recursos financeiros, apresentando inclusive carências técnicas para o desenvolvimento de projetos e planos de trabalho para a viabilização dos programas existentes.

A Lei Estadual nº 12.300, aprovada em 16 de março de 2006, institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, na qual são definidos princípios e diretrizes. Esta recente lei é um importante instrumento de gestão pública (SÃO PAULO, 2006) e todos os municípios precisarão atendê-la.

3.1.3.1 Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares

O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares (IERSD), instrumento de controle da CETESB, reflete as condições dos sistemas de disposição e tratamento dos resíduos domiciliares em cada um dos 645 municípios paulistas.

Este instrumento constitui-se de um *relatório anual*, onde são avaliadas as condições técnicas dos sistemas municipais. Os índices adotados para análise dos sistemas têm variação de 0 a 10, distribuídas em três faixas de enquadramento: inadequada, controlada e adequada (CETESB, 2005a). A Tabela 01 mostra os índices adotados com suas respectivas faixas de enquadramento.

Tabela 01 – Enquadramento das Instalações de Disposição Final em função dos índices de IQR e IQC.

| IQR/IQC | ENQUADRAMENTO |
|------------------------------------|-----------------------|
| $0,0 \leq \text{IQR/IQC} \leq 6,0$ | Condições Inadequadas |
| $6,1 < \text{IQR/IQC} \leq 8,0$ | Condições Controladas |
| $8,1 < \text{IQR/IQC} \leq 10,0$ | Condições Adequadas |

Fonte: CETESB, 2005a.

As quantidades de resíduos gerados nos municípios e utilizados na análise são calculadas com base na população urbana de cada cidade e nos índices de produção de resíduos por habitante. Utiliza-se como referência oficial ao número de habitantes, o Censo 2000, atualizado mediante aplicação dos índices de crescimento fornecidos também pelo próprio IBGE (2000). Além disso, a apuração das quantidades geradas considera apenas os resíduos de origem domiciliar, de residências, comércios e serviços. A CETESB (2005a) destaca que o relatório do IERSD não deve ser utilizado como fonte de informações sobre as quantidades de resíduos efetivamente gerados nos municípios, mas apenas para esclarecimentos e acompanhamento das condições ambientais e sanitárias dos locais de tratamento e da disposição final dos resíduos sólidos domiciliares.

Salienta-se ainda que, a ficha de avaliação das condições apresentadas (IQR) considera praticamente a questão da operação no dia da análise, sem considerar dados sobre monitoramento e desempenho ambiental, mas é um parâmetro para acompanhamento de procedimentos exigidos pela CETESB.

A Tabela 02 mostra os resultados do relatório 2004 (CETESB, 2005a), e pode ser verificada a redução das quantidades geradas e dispostas de forma inadequada, que passaram

de 30,75% em 1997 para 22,6% em 2000, chegando a 8,3% em 2004. Com relação às condições adequadas passaram de 10,9% (1997) para 55,4% em 2000, atingindo 79,3% em 2004, o que demonstra uma evolução positiva para o mesmo período. Verifica-se ainda, para o mesmo período, o crescimento gradativo da quantidade de resíduos gerados, de 18.232 t/dia de lixo (1997) para 19.853 t/dia (2000), atingindo 27.463 t/dia em 2004. Em percentagens, representa um crescimento da ordem de 8% de 1997 a 2000, e da ordem de 38% de 2000 a 2004. No período de 2003 a 2004, a geração de resíduos sólidos no Estado de São Paulo cresceu 1.607 t/dia, ou seja, em apenas um ano cresceu 5,8%.

Tabela 02 – Evolução da geração de resíduos sólidos e das condições dos sistemas de disposição final no Estado de São Paulo.

| CONDIÇÕES IQR | 1997 | | 2000 | | 2003 | | 2004 | |
|---------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | LIXO t/dia | % | LIXO t/dia | % | LIXO t/dia | % | LIXO t/dia | % |
| Inadequadas | 5.598 | 30,7 | 4.485 | 22,6 | 2.545 | 9,8 | 2.270 | 8,2 |
| Controladas | 10.647 | 58,4 | 4.376 | 22,0 | 3.409 | 13,2 | 3.428 | 12,5 |
| Adequadas | 1.987 | 10,9 | 10.992 | 55,4 | 19.902 | 77,0 | 21.765 | 79,2 |
| TOTAL | 18.232 | 100 | 19.853 | 100 | 25.856 | 100 | 27.463 | 100 |

Fonte: CETESB, 2005a.

Com relação ao número de municípios que estão enquadrados em condições adequadas, passaram de 27 em 1997 para 251 em 2004. A Tabela 03 mostra o número de municípios e respectivas percentagens quanto ao enquadramento de IQR (condições de inadequadas, controladas e adequadas) em 1997, 2000, 2003 e 2004.

Tabela 03 – Evolução do número de municípios e percentagem referentes ao IQR.

| CONDIÇÕES IQR | 1997 | | 2000 | | 2003 | | 2004 | |
|---------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | Nº Munic | % | Nº Munic | % | Nº Munic | % | Nº Munic | % |
| Inadequadas | 502 | 77,8 | 301 | 46,7 | 179 | 27,8 | 192 | 29,7 |
| Controladas | 116 | 18,0 | 146 | 22,7 | 196 | 30,3 | 202 | 31,3 |
| Adequadas | 27 | 4,2 | 197 | 30,6 | 270 | 41,9 | 251 | 39,0 |
| TOTAL | 645 | 100,0 | 644 | 100,0 | 645 | 100,0 | 645 | 100,0 |

Fonte: CETESB, 2005a.

Quanto aos índices que reproduzem as condições de disposição de resíduos, de 2004 para 2005 (relatório 2005), verifica-se que foi praticamente mantida a percentagem (8,2%) de quantidades de resíduos gerados (3270 t/dia para 3299 t/dia) e depositados em condições inadequadas. Mas verifica-se que em relação ao número de municípios quanto ao

enquadramento das instalações de destinação final, houve redução de 29,6% para 23,6%, correspondente a redução de 191 para 152 municípios nesta condição.

Nos índices que reproduzem as condições controladas, de 2004 para 2005, verifica-se uma redução de 12,6% para 11,6% de quantidade de resíduos gerados (3.463 t/dia para 3.249 t/dia). E com relação ao número de municípios (instalações de destinação final), reduziu-se de 31,2% para 27,9, ou seja de 201 municípios para 180 municípios nestas condições.

Já com relação aos índices que reproduzem as condições adequadas, de 2004 para 2005, apresenta um acréscimo de 1%, passando de 79,2% para 80,2%, o que corresponde a 21.824 t/dia para 22.423 t/dia. O número de municípios com instalações nas condições adequadas subiu de 39,2% para 48,5%, correspondendo 253 municípios para 313 municípios, ou seja, 60 municípios passaram a apresentar condições adequadas em 2005 (CETESB, 2006).

A melhora demonstrada pelos índices analisados nos relatórios anuais deve-se também ao Programa Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, iniciado em 1997. Os municípios que apresentavam irregularidades foram submetidos à exigência da assinatura do “Termo de Ajustamento de Conduta – TAC”. Neste termo, a administração municipal compromete-se à adequação técnica e ambiental do sistema adotado, bem como a remediação de passivos ambientais.

A Tabela 04 mostra a evolução do número de municípios e respectivas % com relação aos “TAC”, de 1998 a 2005.

Tabela 04 – Número de municípios com TAC em vigência e o respectivo percentual em relação ao total de municípios paulistas.

| TAC | 1998 | | 1999 | | 2000 | | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % | Nº M | % |
| SIM | 348 | 54,0 | 422 | 65,4 | 436 | 67,6 | 433 | 67,1 | 444 | 68,8 | 431 | 66,8 | 432 | 67,0 | 433 | 67,1 |
| NÃO | 297 | 46,0 | 223 | 34,6 | 209 | 32,4 | 212 | 32,9 | 201 | 31,2 | 214 | 33,2 | 213 | 33,0 | 212 | 32,9 |
| TOTAL | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 | 645 | 100 |

Fonte: CETESB, 2005a.

Em 2005, observa-se que 433 municípios possuem TACs assinados e em vigências, o que mostra apenas um terço, ou seja 212 municípios do Estado de São Paulo apresentam destinação final adequada dos resíduos sólidos domésticos gerados ou não assinaram o TAC.

3.1.4 Definições

Lixo, segundo Lima (1991), é definido como todo e qualquer resíduo das atividades diárias do homem.

A palavra “lixo” deriva do latim *lix*, que significa cinza. Em dicionários encontra-se a definição como sujeira; coisa ou coisas inúteis, velhas e sem valor; tudo o que não se quer e se joga fora. Em linguagem técnica lixo é a denominação comum de resíduos sólidos que se caracterizam por materiais descartados de atividades humanas, como restos de alimentos, couros, madeiras, latas, vidros, vapores, poeiras, gases, entre outros (RODRIGUES; CAVINATO, 1997).

O lixo também pode ser definido por matéria fora do lugar (SELIAR, 1999). E, para Bonalume Neto (1999), lixo é o espelho das sociedades humanas.

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas e para o Compromisso Empresarial para Reciclagem (ABNT, 1987a apud IPT; CEMPRE, 2000, p.29), denomina-se como lixo

os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido (com conteúdo líquido suficiente para que este possa fluir livremente).

Segundo Monteiro et al. (2001, p.23), muitos autores em suas publicações se utilizam indistintamente dos termos “lixo” e “resíduos sólidos”. No Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, encontra-se a seguinte definição:

resíduo sólido ou simplesmente lixo é todo material sólido ou semi-sólido indesejável, que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato.

A ABNT, de acordo com a Norma Brasileira Registrada (NBR) 10.004:2004 define resíduos sólidos como:

resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição urbana. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos e corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004, pg.1).

A legislação americana define os resíduos sólidos como

[...] qualquer tipo de lixo, refugo, lodo de estação de tratamento de esgoto, de tratamento de água ou de equipamento de controle da poluição do ar e

outros materiais descartados, incluindo sólidos, líquidos, semi-sólidos, gás de contêineres resultantes de operações industriais, comerciais, de mineração e agrícolas, e de atividades da comunidade, porém não inclui sólidos ou materiais dissolvidos e esgoto doméstico, sólidos ou materiais dissolvidos na água de fluxo de retorno de irrigação e descargas pontuais [...] (USA, 1989, p.R-8 apud PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005, p.271).

Na interpretação dos órgãos normativos europeus, resíduo é “tudo aquilo que requeira processamento físico ou químico para reaproveitamento, mesmo que conserve um valor econômico residual” (TROMANS e FITZGERALD, 1998 apud PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005, p.271).

Para Philippi Jr e Aguiar (2005, p.272) a definição utilizada pelos órgãos europeus é conseqüência do limite ainda impreciso entre o que são *sub-produtos* e o que são *co-produtos*, pois pode haver distinção tanto no processo gerado quanto ao uso que se dá. Mas os autores salientam que em todas as definições, os resíduos constituem

subprodutos das atividades humanas com características específicas adquiridas pelo processo que os gerou. Do ponto de vista da sociedade, materiais descartados que são aproveitados deixam de ser resíduos, constituindo-se *matérias-primas secundárias*. Em particular, são denominados *rejeitos* todos os resíduos que não têm aproveitamento por nenhum processo tecnológico disponível e acessível.

A Figura 02 mostra um diagrama esquemático do fluxo de aproveitamento dos subprodutos e resíduos gerados em um processo.

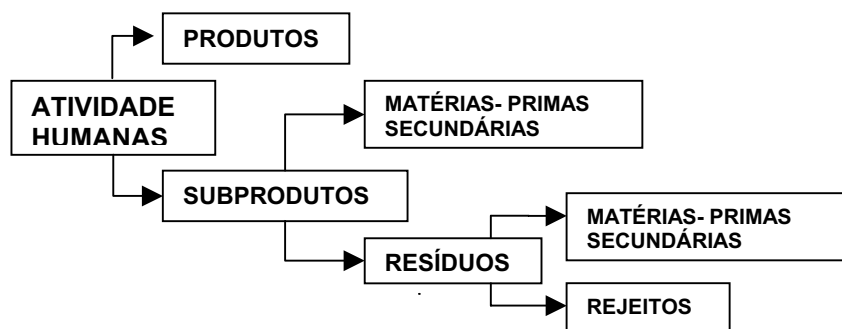


Figura 02 – Diagrama esquemático de algumas definições utilizadas.

Fonte: PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005..

A partir deste capítulo, em vez de “lixo” foi utilizado o termo “resíduos sólidos”, e como definição para este termo, a da NBR 10004 (ABNT, 2004), pois permite uma abordagem técnica atual e abrangente quanto ao tema deste trabalho.

Destaca-se, ainda, que em algumas definições apresentadas, a característica inservível dos resíduos sólidos é discutível, pois materiais que não apresentam serventia para quem os descarta, para outros podem se tornar matéria-prima para um novo produto ou

processo. Neste sentido, o princípio dos 3 Rs; *reduzir, reutilizar e reciclar* os resíduos sólidos, é condição básica a ser considerada para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos, de competência pública ou privada.

3.1.5 Formas de classificação

Os resíduos sólidos, segundo Bidone (1999), podem ser classificados de várias formas, e, aquela a ser adotada, depende do tipo de trabalho e do objetivo que se pretende alcançar, ou seja, se o objetivo for estudar a:

- a) biodegradabilidade** - classifica-se em biodegradável (ex: restos de alimentos); moderadamente biodegradável (ex: celulósicos - folhas de papel, restos de plantas, podas de árvores); dificilmente biodegradável (ex: madeira, borracha, couro), e, não biodegradável (vidro, plástico e metal);
- b) composição** classifica-se em, doméstico; comercial; industrial; serviços de saúde; e, especiais;
- c) incineração**, classifica-se em, combustíveis e não combustíveis; e,
- d) reciclagem**, classifica-se de acordo com:
 - a composição do material - matéria orgânica, plástico, metal, vidro, e outros diversos materiais;
 - a umidade - seco (plástico, vidro, metal, papel) e úmido (matéria orgânica e rejeitos); e,
 - o gênero (genérica) - reciclável, descartável e perigosos.

Para o IPT e CEMPRE (2000), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à:

- a) natureza física:** seco ou molhado;
- b) composição química:** matéria orgânica e inorgânica;
- c) riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública:** perigosos e não perigosos (não inertes e inertes), de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004); e,
- d) origem:** domiciliar; comercial; público; serviços de saúde e hospitalar; portos, aeroportos e terminais de rodoviários e ferroviários; industrial; agrícola e entulhos.

O Quadro 01 mostra de forma resumida, a NBR 10004: 2004, da ABNT que classifica os resíduos em:

- a) resíduos classe I - Perigosos;**
- b) resíduos de classe II – Não Perigosos;**
- resíduos classe II A – Não inertes; e,
 - resíduos classe II B – Inertes.

| Categoria | Características |
|--|---|
| Resíduos Classe I PERIGOSOS | São aqueles que apresentam PERICULOSIDADE, em função de suas propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas e podem apresentar: a)_riscos à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; e, b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Podem ainda apresentar as características de : INFLAMABILIDADE, CORROSIVIDADE, REATIVIDADE, TOXIDADE OU PATOGENICIDADE, descritos nos itens 4.2.1.1 a 4.2.1.5 ou que constem nos anexos A ou B desta norma. |
| Resíduos Classe II NÃO PERIGOSOS | Os códigos para alguns resíduos encontram-se no anexo H desta norma. Resíduos Classe II A – Não inertes Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos CLASSE I - PERIGOSOS ou de resíduos CLASSE II B – INERTES. Podem ter propriedades, tais como: BIODEGRABILIDADE, COMBUSTIBILIDADE ou SOLUBILIDADE EM ÁGUA. |
| NÃO PERIGOSOS | Resíduos Classe II B – Inertes Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT- NBR 1007, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT-NBR 1006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbides, dureza e sabor, conforme ANEXO G. |
| Nota: os resíduos radioativos não são objeto desta Norma, pois são de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNE). | |

Quadro 01 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.

Fonte: adaptado da NBR nº 10004 da ABNT, 2004.

3.2 Resíduos sólidos municipais

Na presente pesquisa, o termo “resíduos sólidos municipais” foi utilizado para agregar todos os tipos de resíduos gerados no espaço geográfico e territorial do município (zona urbana, rural e industrial). A adoção deste termo e respectiva classificação tiveram como objetivo facilitar a associação das questões relativas ao gerenciamento dos resíduos sólidos ao planejamento ambiental municipal.

Os resíduos sólidos municipais associados ao espaço territorial, ou seja, de acordo com a localização das atividades geradoras podem ser classificados em:

- a) resíduos sólidos urbanos** – gerados a partir das atividades desenvolvidas nas áreas de uso urbano, são os mais variados tipos e classificam-se como: de origem domiciliar, domiciliar especial, público e de fontes especiais;

- b) resíduos sólidos agrícolas** - são gerados a partir das atividades desenvolvidas nas áreas ou zonas rurais do município. Em sua maioria são resíduos de atividades agrícolas como o caso da geração de embalagens de agrotóxicos. A legislação brasileira estabelece condições específicas para destinação, responsabilizando o usuário, o comerciante e o fabricante pelo manejo incorreto. Antes do descarte, devem sofrer a tríplice lavagem e só podem ser recicladas por empresas autorizadas. As embalagens de agrotóxicos devem ser recolhidas nos estabelecimentos comerciais ou outros pontos de coleta, de acordo com a Lei Federal nº 9.974/2000, regulamentada pelo Decreto nº 3.550/2000. A terminologia agrícola para designar os resíduos gerados nas áreas rurais é muito restrita, uma vez que as atividades rurais envolvem outras atividades, como a criação de animais, aves, peixes, entre outros, que gera diferentes tipos de resíduos. Esta consideração é apenas ilustrativa, pois há necessidade de estudos específicos das normas e da legislação aplicadas;
- c) resíduos sólidos industriais** – são gerados nas áreas, zonas ou distritos industriais, e são de competência da empresa geradora, classificados de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004). Salienta-se que de acordo com o processo produtivo, o gerenciamento dos resíduos gerados faz parte integrante do Licenciamento da Indústria pela CETESB, através de normas e legislação específicas; e,
- d) resíduos sólidos radioativos** – geralmente tem sua geração em áreas delimitadas e isoladas, distantes da zona urbana, ou de aglomerações populacionais, pois apresentam alto potencial de risco e periculosidade, devido às radiações emitidas. Estes são de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (ABNT, op.cit.).

A Figura 03 mostra um diagrama esquemático da classificação dos resíduos sólidos municipais destacando-se os urbanos, quanto ao tipo e à origem, relacionando-os às fontes geradoras.

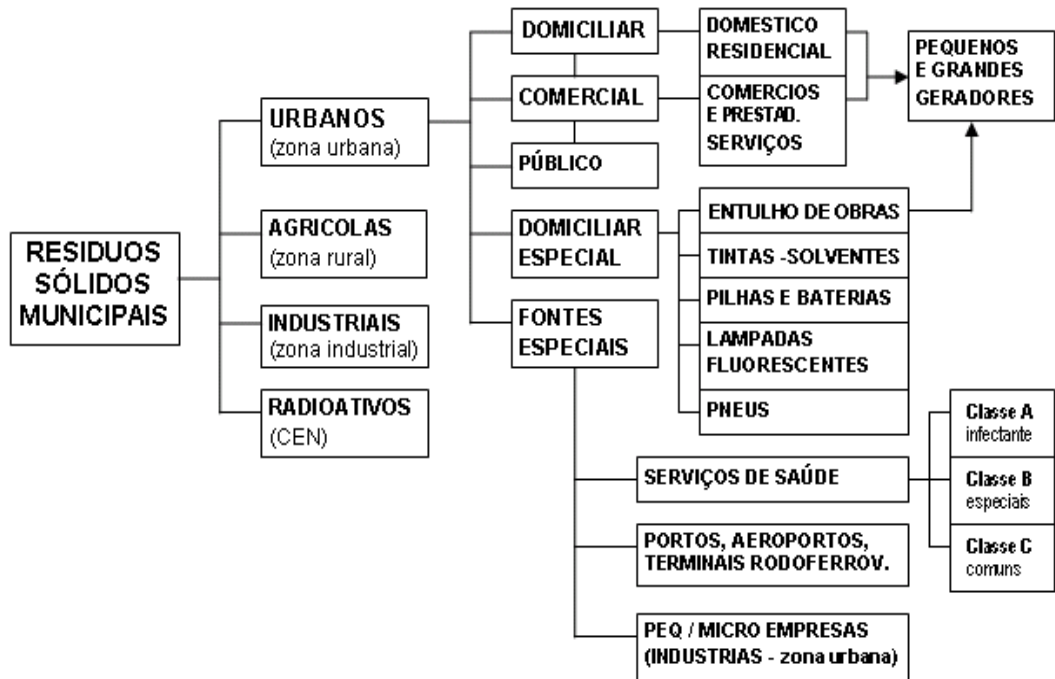


Figura 03 : Diagrama esquemático da classificação dos resíduos sólidos municipais.

Fonte: adaptado de IPT e CEMPRE, 2000 e MONTEIRO et al., 2001.

O Quadro 02 mostra a classificação dos resíduos sólidos municipais de forma abrangente quanto à origem, fontes geradoras, locais e tipos de resíduos gerados.

Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Estiva Gerbi (SP). LEALDINI, M.L.C.

| CLASSIFICAÇÃO/ORIGEM | | FONTE GERADORA | LOCAIS | TIPOS DE RESÍDUOS |
|--------------------------|------------------------|--|--|---|
| RESÍDUOS URBANOS | DOMICILIAR (DOMÉSTICO) | RESIDENCIAL | Residências, apartamentos, condomínios e demais edificações. | MATÉRIA ORGÂNICA E INORGÂNICA ou UMIDOS e SECO ou RECICLÁVEIS e DESCARTÁVEIS: sobras de alimentos, alimentos deteriorados, jornais, revistas, papel, papelão, embalagens, isopor, vidro, metal, plástico, papel higiênico, fraldas descartáveis e outros. |
| | | COMERCIAL | Comércios e prestadores de serviços: igrejas, hotéis, escolas, creches, bancos, restaurantes, gráficas, oficinas lavanderias, clubes, shopping e outros. | MATÉRIA ORGÂNICA E INORGÂNICA ou UMIDOS e SECO ou RECICLÁVEIS e DESCARTÁVEIS: sobras de alimentos, jornais, papel, papelão, jornais e revistas, embalagem, isopor, vidro, metal, plástico, papel higiênico, fraldas descartáveis, algodão e outros. |
| RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS | DOMICILIAR (ESPECIAL) | CONSTRUÇÃO CIVIL | Qualquer estabelecimento: residencial, comercial, de prestação de serviços, institucional, micro-empresas, (peq. Indústrias), e empresas de manufaturas. | ENTULHOS (*) – INERTES: materiais de demolição, restos de obras (tijolos, telhas, areia, saibro) e solos de escavações diversas. SERVIÇOS DE PINTURA: (*) tintas, solventes, etc. óleos, lubrificantes, combustíveis, pneus, etc. (*) fios, cabos, pilhas, baterias, sucatas eletrônicas e outros. (*) pesticidas, herbicidas; e, produtos veterinários e similares (*) remédios atuais e vencidos, seringas, gases, outros. (**) |
| | | VEÍCULOS | | |
| RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS | PÚBLICO | TELEFONIA/EIÉTRICA e ELETRÔNICOS | | |
| | | JARDINAGEM E ANIMAIS DOMÉSTICOS SAUDE/medicamentos | | |
| RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS | PÚBLICO | SISTEMA DE Varrição e limpeza | Vias e logradouros públicos (praças, jardins, praias, cemitérios) e de feiras livres. | Podas de árvores e jardins, restos de alimentos, papéis, jornais, areia hortifrutigranjeiros, areia, embalagens de diversos materiais e outros similares |
| | | MANUTENÇÃO Sistemas de Saneamento | Galerias pluviais, redes - água esgoto, reservatórios/ETA -ETE DESTINAÇÃO FINAL DE LIXO. | Areias, lodos, restos de alimentos, plantas e animais mortos, produtos químicos, raticidas, detergentes, óleos, embalagens diversas e similares (*) |
| RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS | FONTE ESPECIAIS | SERVIÇOS DE SAÚDE | Hospitais, pronto-socorro, postos de saúde, laboratórios, centros de radiologia, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, e similares. | Agulhas, seringas, gases, algodão, resinas, vidros, luvas descartáveis, medicamentos vencidos, produtos químicos, descartáveis, reagentes, sangue coagulado, filmes de raios X e outros similares (**) - INFECTANTES E ESPECIAIS. |
| | | Terminais de TRANSPORTES | Portos, aeroportos, estações ferroviárias e rodoviárias | Materiais de higiene e asseio pessoal, alimentos e restos de alimentos, plantas e animais e outros que possam indicar PATOGENICIDADE.(**) - INFECTANTES e ESPECIAIS |
| RURAL | AGRICOLA | Peq./micro empresas e indústrias urbanas | De alimentos, confecções, jóias, tinturarias, metais, serralherias, marcenarias, postos de gasolina, e similares. | Óleos e graxas, produtos químicos, restos de alimentos, tecidos, couro, embalagens diversas e similares (*) |
| | | AGRICULTURA, criação de animais, aves, peixes, e outros. | Chácaras, sítios e fazendas | Embalagens de fertilizantes, de produtos fitossanitários, rações, restos de colheita e de poda, excrementos e animais mortos, e similares (*) |
| INDUSTRIAL | INDUSTRIAL | INDUSTRIAS Diversas Processos Industriais | Zonas e distritos industriais | Cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, papéis, fibras, vidros madeiras, borrachas, escórias de metal, , cerâmica (*) |
| RADIOATIVO | RADIOATIVO | Competência restrita da CNEN: NBR 10004 (ABNT, 2004) | | (*)NBR 10004(ABNT,2004) (**)NBR 12080 (ABNT, 1993) |

Quadro 02: Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem, fontes geradoras, locais e tipos de resíduos produzidos.

Fonte: adaptado de IPT/CEMPRE, 2000 e MONTEIRO et al., 2001.

Para o IPT e CEMPRE (2000), conhecer a origem dos resíduos sólidos é muito importante, pois determina de quem é a responsabilidade quanto ao seu gerenciamento, conforme mostra o Quadro 03.

| ORIGEM | Fonte geradora - locais | RESPONSÁVEL |
|--|---|---|
| URBANA DOMICILIAR | Residencial : residências, condomínios verticais e horizontais e demais edificações | PREFEITURA |
| | Comercial: todos os tipos de comércio e prestadores de serviços: hotéis, restaurantes, escritórios, lojas, bancos, escolas, creches, oficinas, lavanderias, clubes, supermercados, shoppings e outros similares. | PREFEITURA (*) e GERADOR |
| URBANA DOMICILIAR ESPECIAL | Construção civil – entulhos (Inertes) Serviços gerais (Não inertes)– pintura, veículos, telefonia, elétrica – eletrônica, Jardinagem e animais domésticos (Não-inertes) Medicamentos e materiais (infectantes e especiais) | PREFEITURA (*) e GERADOR |
| URBANA PÚBLICO | Varição e limpeza pública Sistemas de saneamento | PREFEITURA |
| URBANA FONTES ESPECIAIS | Serviços de Saúde (infectantes e especiais) Terminais de transporte (infectantes e especiais) Peq./micro empresas (Não inertes) | GERADOR e PREFEITURA (*) |
| RURAL | Agricultura, pecuária, piscicultura, Hortigranjeiros, flores e similares | GERADOR |
| INDUSTRIAL | Processos industriais Sistemas de tratamento (ABNT, 2004) | GERADOR |
| RADIOATIVO | ALTO POTENCIAL DE RISCOS - perigosos | Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (ABNT, 2004) |
| (*) A PREFEITURA geralmente é responsável por pequenas quantidades, de acordo com legislação municipal específica. Grandes quantidades são de responsabilidade do GERADOR. | | |

Quadro 03 – Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Fonte: adaptado de OLIVEIRA, 1997 e IPT e CEMPRE, 2000.

Na prática, pode-se verificar que alguns tipos de resíduos sob responsabilidade do gerador, são assumidos pelo serviço municipal, o que sobrecarrega o sistema e aumenta gastos da coleta e da destinação final.

Segundo Monteiro et al. (2001), torna-se importante regulamentar os limites para a quantidade de resíduos gerados, definindo a figura do pequeno e do grande gerador, uma vez que a coleta dos resíduos de grandes geradores pode ser tarifada. Esta norma pode ser regulamentada no Código de Posturas, através de legislação municipal.

3.3 Resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos urbanos, ou seja, gerados pelas atividades desenvolvidas na área urbana no município, foram agrupados em quatro categorias: domiciliares; domiciliares especiais; público e de fontes especiais.

3.3.1 Resíduos domiciliares e domiciliares especiais

As fontes geradoras, do tipo residencial, comercial e/ou de prestadores de serviços foram agregadas como de origem “domiciliar”, por entender que este termo aplica-se ao lugar como sede, independente do uso que se faz dele. Já o termo “domiciliar especial” foi utilizado para designar as fontes geradoras que podem gerar resíduos que associam potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente.

Nas atividades de limpeza urbana, segundo Monteiro et al. (2001), os resíduos sólidos com origem “domiciliar”, sejam eles produzidos em estabelecimentos residenciais, comerciais ou de prestação de serviços, juntamente com os denominados como públicos (gerados com o uso dos espaços públicos) são os que constituem a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades.

Os resíduos “domiciliares” e “domiciliares especiais” podem ser divididos em subgrupos chamados de pequenos geradores e grandes geradores, pessoa física ou jurídica. Para Monteiro et al. (op. cit.), o regulamento da limpeza urbana do município pode definir parâmetros para cada um desses grupos, tais como:

a) Resíduos domiciliares (residenciais, comerciais e serviços):

- pequeno gerador: estabelecimento que gera até 120 litros de resíduos por dia; e,
- grande gerador: estabelecimento que gera um volume superior a esse limite.

b) Resíduos domiciliares especiais (entulhos de construção civil):

- pequeno gerador: que gera até 1000 kg ou 50 sacos de 30 litros/dia; e,
- grande gerador: que gera um volume diário de resíduos acima disso.

Geralmente o limite estabelecido para os pequenos e grandes geradores corresponde à média de resíduos diários em uma residência com cinco moradores.

3.3.2 Resíduos públicos

São os resíduos originados de manutenção da higiene dos locais públicos, comumente denominados de serviços de limpeza pública de acordo com Monteiro et al. (2001), geralmente são compostos dos seguintes sistemas de:

- a) varrição e limpeza de vias e logradouros públicos** (guias e sarjetas, praças, praias, cemitério e das feiras livres) tais como: podas de árvores e jardins, areia, restos de alimentos, papéis, tocos de cigarro, embalagens diversas, e dos resíduos coletados das lixeiras públicas; e,

- b) limpeza e manutenção de saneamento** (bocas de lobo, galerias de águas pluviais, córregos, canais de drenagem urbana), tais como: restos de plantas, animais mortos, embalagens diversas, areia, entre outros.

Geralmente quanto à limpeza e manutenção dos sistemas de tratamento de água e esgoto e respectivos resíduos gerados (lodos) são de responsabilidade do administrador deste serviço público, executado por autarquia municipal ou empresa mista, estando sob gerenciamento da administração pública, uma vez que estes resíduos precisam ser coletados e destinados adequadamente. Para o local ou locais de disposição final, considera-se o mesmo princípio de manutenção e limpeza.

Segundo Consoni (2001), alguns resíduos, gerados em locais públicos e que podem apresentar riscos patogênicos exigem um serviço diferenciado, e como exemplo cita as carcaças de diversos animais mortos na área urbana e os restos de urnas mortuárias provenientes de cemitérios municipais.

3.3.3 Resíduos de fontes especiais

Neste trabalho foram considerados como resíduos de fontes especiais, os resíduos dos serviços de saúde; dos terminais de transporte; e, das pequenas e micro empresas, indústrias de pequeno porte da área urbana. A responsabilidade sobre o destino final desses resíduos deve ser definida em função de pequeno gerador e de grande gerador.

A quantidade gerada, o acondicionamento, a coleta e a destinação final dependem de normas e legislações municipais específicas, mas que devem inclusive atender as regulamentadas pelo CONAMA, órgão federal e demais órgãos estaduais (MONTEIRO et al., 2001).

Os resíduos dos serviços de saúde são classificados segundo a NBR 12.809 da ABNT (1993). Esta norma a partir de suas características estão divididos em três classes distintas:

- a) Classe A:** resíduos infectantes;
- b) Classe B:** resíduos especiais; e,
- c) Classe C:** resíduos comuns.

Segundo o IPT e CEMPRE (2000), os resíduos sólidos dos serviços de saúde, e dos terminais de transportes, devem ser separados, acondicionados, armazenados para depois serem adequadamente transportados ao tratamento e destino final de forma a não oferecer

riscos à saúde pública. Geralmente o gerenciamento interno dos resíduos é de responsabilidade de cada estabelecimento gerador, sendo controlado pelo setor de saúde, e o gerenciamento externo deve ser de competência dos Departamentos ou Secretarias Municipais de Saúde, já que envolvem questões de saúde pública, inclusive com legislação federal regulamentada.

Os resíduos gerados pelas micro e pequenas empresas, inclusive prestadoras de serviços especiais ou indústrias na zona urbana, são classificados de acordo com NBR 10004 (ABNT, 2004) quanto aos potenciais riscos de saúde e ao meio ambiente.

As empresas devem atender as normas da CETESB quanto ao processo e possíveis resíduos gerados e/ou da legislação específica municipal, e, ainda em alguns casos atender às regulamentações da Vigilância Sanitária Municipal (processamento e manufatura de alimentos). Como exemplos podem-se citar: postos de gasolina, serralherias, oficinas mecânicas, oficinas de pintura e outras similares, que geram resíduos diferenciados dos denominados como domiciliares especiais.

3.4 Fluxo dos resíduos sólidos urbanos

O fluxo de resíduos sólidos urbanos constitui-se em práticas administrativas combinadas, onde todos os componentes trabalham juntos para formar um sistema adequado, de acordo com a United States Environmental Protection Agency – U.S.EPA (OLIVEIRA, 1997).

O fluxo de resíduos sólidos urbanos, da geração à disposição final está representado na Figura 04.

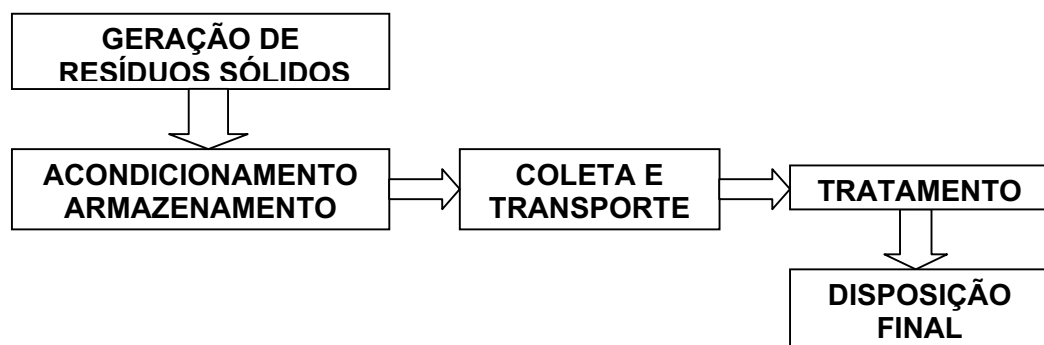


Figura 04 – Fluxo dos resíduos sólidos urbanos.

Fonte: Oliveira, 1997 apud Philippi; Aguiar, 2005.

O sistema de resíduos sólidos urbanos (RSU) é constituído por conjuntos ordenados de estruturas e serviços que têm por objetivo solucionar o manejo e a destinação de forma sanitária e ambientalmente segura. E deve ser viável do ponto de vista econômico. Tem como atividades básicas: a coleta, o acondicionamento, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 1997).

A limpeza publica faz parte do sistema de RSU e constitui um conjunto de atividades que visa manter a cidade limpa. As atribuições dos órgãos encarregados da limpeza dependem das características locais relativas à organização técnico-administrativa do município (OLIVEIRA,1992 apud. PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005).

Para Philippi Jr e Aguiar (2005), se os RSU forem manejados de forma inadequada podem causar graves impactos para o meio ambiente e para a saúde pública. Desta forma, independente de sua origem e classificação, estes devem passar por uma série de operações para que tenham manejo e destino ambiental e sanitário seguros.

3.4.1 Geração, composição e características

Os aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos influenciam na geração dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo Hinrichs (1991), em países desenvolvidos a taxa média de geração de resíduos sólidos urbanos pode chegar a 2,0 kg/hab/dia; nos Estados Unidos o total gerado é cerca de 1,8 kg/hab/dia. Já em países subdesenvolvidos a taxa é reduzida para aproximadamente 0,5 kg/hab/dia.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) do Estado de São Paulo, a densidade populacional, o poder aquisitivo e, principalmente os hábitos de consumo são fatores que interferem na produção dos RSU. A tendência de crescimento na geração destes é comprovada em termos absolutos (toneladas/dia) e em termos relativos (kg/hab/dia) (SÃO PAULO, 1998).

A geração de resíduos “per capita” em função da população, é apresentada na Tabela 05 (CETESB, 2004).

Tabela 05 – Geração de resíduos sólidos urbanos per capita.

| População (habitantes) | Geração de resíduos sólidos per capita (Kg/hab/dia) |
|-------------------------------|--|
| até 100 mil | 0,40 |
| 100 mil a 200 mil | 0,50 |
| 200 mil a 500 mil | 0,60 |
| > 500 mil | 0,70 |

Fonte: CETESB, 2004.

Com relação à composição dos RSU, os tipos e as quantidades geradas diferem entre os países do mundo, entre cidades ou bairros. Como fatores de diferenciação ao longo do tempo são citados o desenvolvimento de novas tecnologias, o grau de urbanização e o padrão de consumo (IPT; CEMPRE, 2000). A Tabela 06 demonstra a variação das composições dos resíduos sólidos urbanos gerados em alguns países, evidenciando que o percentual de matéria orgânica tende a ser menor nos países industrializados.

Tabela 06 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em alguns países (%).

| Componentes | Composição gravimétrica (%) | | | |
|--------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|------------|
| | Brasil | Alemanha | Holanda | EUA |
| Matéria orgânica | 65,00 | 61,20 | 50,30 | 35,60 |
| Vidro | 3,00 | 10,40 | 14,50 | 8,20 |
| Metal | 4,00 | 3,80 | 6,70 | 8,70 |
| Plástico | 3,00 | 5,80 | 6,00 | 6,50 |
| Papel /papelão | 25,00 | 18,80 | 22,50 | 41,00 |

Fonte: MONTEIRO et al., 2001.

A Tabela 06 mostra que o Brasil, tem maior a composição de matéria orgânica, (65%) em relação aos outros materiais recicláveis (35). No caso dos EUA, a situação se inverte, sendo 35% de materiais orgânicos para 65% de outros materiais, sendo o papel representando 41% dos recicláveis. Desta forma a determinação da composição gravimétrica é um dado essencial para o estudo dos resíduos sólidos urbanos em um determinado local, pois pode influir no planejamento do sistema municipal adotado (tipos de coleta, transporte, tratamento e destino final) ou sobre o projeto de algumas partes ou unidades deste sistema.

Segundo a Monteiro et al (2001), a análise dos resíduos sólidos pode ser efetuada através da análise de suas características: físicas, químicas e biológicas:

a) características físicas:

- geração per capita: relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região;
- composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra dos resíduos sólidos analisada;
- peso específico aparente: é o peso dos resíduos sólidos urbanos (lixo) solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em kg/m^3 ; sendo que sua determinação é fundamental para o dimensionamento dos equipamentos e instalações. Na ausência de dados mais precisos podem-se utilizar: 230 kg/m^3 - para resíduos sólidos domiciliares; 280 kg/m^3 - para resíduos de serviços de saúde; e, de 1.300 kg/m^3 - para os entulhos de obras;
- teor de umidade: representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso; este se altera em função das estações do ano e da incidência de chuva, podendo-se estimar um teor de umidade variando entre 40 e 60%; e,
- compressividade: é o grau de compactação ou a redução do volume que a massa de resíduos sólidos (lixo) podem sofrer quando compactados. Se submetidos a uma pressão de 4 kg/cm^2 , o volume pode ser reduzido de um terço (1/3) a um quarto (1/4) do seu volume original.

b) características químicas:

- poder calorífico: indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima. O poder calorífico dos RSU se situa na faixa de 5.000 cal/kg ;
- potencial hidrogeniônico: indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos; em geral situa-se na faixa de 5 a 7;
- composição química: consiste em determinar os teores de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel, e, gorduras; e,
- relação carbono/nitrogênio (C:N): esta relação indica o grau de decomposição da matéria orgânica dos resíduos sólidos nos processos de tratamento/disposição final. Em geral, essa relação encontra-se na ordem de 35/1 a 20/1.

c) características biológicas:

As características biológicas são as determinadas pela população microbiana e pelos agentes patogênicos presentes no lixo (formados pelos resíduos sólidos). As análises das características biológicas e químicas permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e a disposição final mais adequados.

Geralmente são determinadas apenas as características físicas dos resíduos sólidos, pois estas podem ser efetuadas através da aplicação de métodos expeditos de campo, não requerendo o uso de laboratórios, como no caso da determinação das características químicas e biológicas (MONTEIRO et al., 2001).

O Quadro 04 mostra a importância na determinação das características dos RSU para o planejamento dos tipos de coleta, transporte e destino final, e também para o desenvolvimento do projeto das unidades que compõem o sistema municipal.

A caracterização da composição gravimétrica dos RSU é um dado essencial, e a literatura apresenta diferentes métodos, sendo a maior parte deles com base no quarteamento da amostra, conforme a NBR 10.007 – Amostragem de resíduos (ABNT, 2004 apud ZANTA; FERREIRA, 2005).

As características quali-quantitativas dos resíduos sólidos, determinadas de acordo com o Quadro 04, podem variar em função de diversos aspectos, como sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmo fatores que diferenciam as comunidades entre si.

| CARACTERÍSTICAS | IMPORTÂNCIA NO PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE RSU |
|-----------------------------------|---|
| Geração per capita | <ul style="list-style-type: none"> • fundamental para projetar-se quantidades de resíduos a coletar à dispor; • importante no dimensionamento de veículos; e, • elemento básico para determinação da taxa de coleta, e para o correto dimensionamento de todas as unidades que compõem o sistema de limpeza urbana. |
| Composição gravimétrica | <ul style="list-style-type: none"> • indica a possibilidade de aproveitamento das frações de materiais recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para a produção de composto orgânico; e, • quando realizada por regiões ou bairros da cidade, ajuda a se efetuar um cálculo mais justo da tarifa da coleta e disposição final. |
| Peso específico aparente | <ul style="list-style-type: none"> • fundamental para o correto funcionamento da frota da coleta, como de contêineres e caçambas estacionárias. |
| Teor de umidade | <ul style="list-style-type: none"> • tem influência direta sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem.; • influência diretamente o poder calorífero e o peso específico aparente do lixo, concorrendo de forma indireta para o dimensionamento de incineradores e usinas de compostagem; e, • influência diretamente o cálculo da produção de chorume e o correto dimensionamento do sistema de coleta de percolados. |
| Compressividade | <ul style="list-style-type: none"> • muito importante para o dimensionamento de veículos coletores, estações de transferência com compactação e caçambas compactadoras estacionárias. |
| Poder calorífico | <ul style="list-style-type: none"> • influência o dimensionamento das instalações de todos os processos de tratamento térmico (incineração, pirólise e outros). |
| pH | <ul style="list-style-type: none"> • indica o grau de corrosividade dos resíduos coletados, servindo para estabelecer o tipo de proteção contra a corrosão a ser usado em veículos, equipamentos, contêineres e caçambas metálicas. |
| Composição química | <ul style="list-style-type: none"> • ajuda a indicar a forma mais adequada de tratamento para os resíduos coletados. |
| Relação C:N | <ul style="list-style-type: none"> • fundamental para estabelecer a qualidade do composto produzido. |
| Características biológicas | <ul style="list-style-type: none"> • fundamentais na fabricação de inibidores de cheiro e de aceleradores e retardadores da decomposição da matéria orgânica presente no lixo. |

Quadro 04 – Importância das características aplicada ao planejamento dos RSU.

Fonte: MONTEIRO et al., 2001.

3.4.1.1 Características específicas de resíduos especiais

Philippi Jr e Aguiar (2005) citam alguns dos resíduos sólidos urbanos quer por suas características quer pelo tratamento específico dado pela legislação, independente de sua origem (domiciliar, domiciliar especial, público ou de fontes especiais), merecem ser destacados dos demais:

- **pneus:** a resolução 258/99 do CONAMA, atribui aos fabricantes e importadores de pneus a responsabilidade pela coleta e destinação, estabelecendo metas quantitativas progressivas;
- **lâmpadas fluorescentes:** contém vapor de mercúrio (Hg) e reconhecidamente um resíduo perigoso, mas na maioria das vezes são descartadas como resíduo comum.

No Brasil ainda não existem empresas capazes de processar esse resíduo em quantidade suficiente para atender todo o mercado. Os outros componentes da lâmpada (vidro e terminais metálicos) podem ser reciclados, respectivamente para produção de fritas para esmalte cerâmico e para produção de novas peças metálicas para fusão;

- **pilhas e baterias:** contém quantidades variadas de metais pesados. A resolução 257/99 do CONAMA estabeleceu limites de conteúdo de mercúrio, cádmio (Cd) e chumbo (Pb) para separar as fontes consideradas perigosas das não perigosas, e ainda estabeleceu a responsabilidade do produtor e do importador pela coleta e destinação dos resíduos. A maioria dos fabricantes nacionais de pilhas comuns (palito e lapiseira) declara, em suas embalagens, que seus produtos podem ser misturados ao resíduo domiciliar por atender a norma. Mas este mercado é sujeito à importação, inclusive por contrabando, o que pode introduzir no país produtos que ainda contém quantidades maiores de metais. A maioria das baterias recarregáveis, inclusive de telefonia celular, ainda contém quantidades de metais pesados que as caracterizam como resíduos perigosos; e,
- **embalagens descartáveis:** não há no Brasil legislação sobre embalagens descartáveis, exceto para o caso de resíduos de agrotóxicos. Mas existem muitos programas de coleta seletiva, como também a coleta informal de materiais recicláveis em funcionamento, que efetuam triagem e beneficiamento de materiais, para posterior encaminhamento à reciclagem.

3.4.2 Acondicionamento e armazenamento

Acondicionar os resíduos sólidos significa prepará-los para a coleta de forma adequada sanitariamente, de acordo com o tipo e a quantidade gerada. A responsabilidade é do gerador, devendo acondicionar os resíduos produzidos adequadamente e apresentá-los em dias, locais e horários preestabelecidos pela administração municipal (IPT; CEMPRE, 2000).

De acordo com Monteiro et al. (2001), a importância do acondicionamento de forma adequada está em: evitar acidentes; evitar a proliferação de vetores; minimizar o impacto visual e olfativo; reduzir a heterogeneidade dos resíduos (caso existir coleta seletiva); e, facilitar a etapa da coleta. Já os resíduos de serviços de saúde devem ser acondicionados diretamente nos sacos plásticos regulamentados pelas normas NBR 9.190 e 9.191 da ABNT, e

posteriormente ser colocados em contêineres que permitam o fácil deslocamento dos resíduos para abrigos temporários (ladrihados e com cantos arredondados para facilitar a lavagem do piso e paredes). Os contêineres devem ser brancos para o transporte de lixo infectante e de qualquer outra cor para o lixo comum.

Segundo Monteiro et al. (2001), nos municípios brasileiros são vários os tipos de recipiente utilizados para acondicionar os resíduos sólidos comuns (urbanos e domiciliares), tais como:

- vasilhames metálicos (latas) ou plásticos (baldes);
- sacos plásticos de supermercados ou especiais para lixo;
- caixotes de madeira ou papelão;
- latões de óleo, tinta, cortados ao meio;
- contêineres metálicos ou plásticos, estacionários, ou sobre 2 ou 4 rodas; e,
- embalagens feitas de pneus (utilizados no Norte e Nordeste, confeccionados de pneus descartados, mas são pesados).

A escolha do tipo de recipiente, geralmente é definida pela administração municipal através de normas comumente regulamentadas no Código de Posturas. Devem estar de acordo com a quantidade gerada e relacionada ao tipo de coleta efetuado (tipo de veículos coletores existentes), segundo Monteiro et al. (op. cit.) destacam-se três tipos comumente utilizados:

- sacos plásticos - utilizados pelas residências em geral, pequenos comércio, etc; os de cor branca são reservados aos serviços de saúde;
- contêineres de plástico - utilizados em condomínios, prédios aptos, restaurantes, shopping centers, área comercial, etc; e,
- contêineres metálicos - utilizados para acondicionar volumes com capacidade de 750 a 1.500 kg, podem ser coletados e basculados por caminhões compactadores, mas também de acordo com o município e legislação municipal existente.

Segundo Philippi Jr. e Aguiar (2005), na maioria das vezes é necessário armazenar os resíduos por um período no local de geração até que seja coletado. Isso exige instalações físicas prediais para cada um dos tipos de resíduo, em especial em indústrias, comércio de grande porte e nos estabelecimentos de saúde. Como mencionado anteriormente, a forma de acondicionamento está regulamentada em normas da ABNT e legislações específicas.

3.4.3 Coleta e transporte

A coleta dos resíduos sólidos urbanos e o seu transporte para áreas de tratamento e disposição final são de grande importância para a população, pois impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças que encontram alimento e abrigo nos resíduos (IPT ; CEMPRE, 2000).

Philippi Jr e Aguiar (2005) afirmam que o planejamento e a administração da coleta envolvem algumas características que têm por objetivo causar o menor incômodo à população, serem sanitariamente adequadas e economicamente viáveis. As características importantes que devem ser consideradas são:

- **a frequência:** deve ser definida em função do custo e do acúmulo de resíduos;
- **o ponto de coleta:** pode ser coletado na calçada, em frente ao imóvel, ou no interior do imóvel (pouco comum atualmente); no caso dos condomínios horizontais, estes geralmente efetuam a coleta interna aos imóveis e têm um único ponto de depósito na entrada do mesmo, onde são efetuadas as retiradas pelo serviço de limpeza. Nos locais onde não é possível o acesso de veículos de coleta, devem ser instaladas lixeiras coletivas em pontos estratégicos, onde o veículo possa chegar e a população concentre o despejo do lixo;
- **dias, horários e itinerários de coleta:** os horários devem ser programados por setor, e os resíduos devem ser colocados instantes antes do horário programado. Os horários e os itinerários devem ser selecionados de modo a minimizar o ruído (no caso de caminhões compactadores), dos riscos decorrentes de excesso de tráfego em certos locais e riscos de acidentes, principalmente no transporte de resíduos perigosos;
- **veículos de coleta:** devem ser escolhidos de acordo com a quantidade e tipo de resíduo transportado, das características topográficas e da malha viária da região a ser atendida pela coleta; e,
- **a forma de coleta:** pode ser de forma unificada ou com segregação de materiais.

A NBR 12.980 (ABNT, 1993) define os diferentes tipos de serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos:

- **coleta domiciliar (regular ou convencional)** - que consiste na coletados resíduos sólidos domiciliares (residências, estabelecimentos públicos e comerciais, cujo volume não ultrapasse o previsto em legislação municipal;

- **coleta de feiras, praias, calçadas e demais logradouros públicos;**
- **coleta de resíduos de serviços de saúde** - hospitais, ambulatórios, postos de saúde, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, etc. Esta coleta e transporte é de responsabilidade do gerador; mas atualmente os municípios estão efetuando esta coleta e transporte; e,
- **coleta especial** - consiste nos resíduos não recolhidos pela coleta regular ou convencional, tais como entulho civil, mobiliários (móveis e utensílios velhos); animais mortos; e, podas de jardins; pode ser regular ou programada para onde e quando houver resíduos a serem removidos. Os entulhos podem ser reciclados, desde que coletados adequadamente.

A coleta seletiva é um sistema de recolhimento de resíduos sólidos previamente separados na própria fonte geradora, com a finalidade de reaproveitamento e reutilização no ciclo produtivo. Tem por objetivo a separação e o acondicionamento diferenciado dos materiais que podem ser recuperados, para cada material ou grupo de materiais (BRASIL, 2002a). A revisão de literatura referente à coleta seletiva apresenta-se no item 3.4.3.1 (p.43).

Todos os tipos de resíduos coletados precisam ser transportados mecanicamente do ponto de geração ao destino final. Para Monteiro et al. (2001), geralmente a coleta e o transporte dos resíduos sólidos de origem domiciliar, definidos como “pequenos geradores”, são efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza pública urbana. Estes serviços podem ser realizados com recursos da própria administração municipal, ou por intermédios de empresas sob contratos terceirizados ou mistos (com aluguel de viaturas e mão de obra da prefeitura, ou vice-versa), ou seja, a forma adotada depende da administração municipal.

Monteiro et al. (op. cit.) salientam que os tipos de coleta, que compõem o sistema de RSU devem ser estabelecidos de acordo com a origem (domiciliar, domiciliar especial, pública e de fontes especiais). E serem efetuados de forma “diferenciada” de acordo com os tipos e quantidades de resíduos gerados. O sistema de coleta pública de RSU deve ser regulamentado por legislação específica municipal, definindo quais e como serão prestados os serviços pela prefeitura. Para os autores, torna-se importante também cadastrar os grupos de “pequenos” e “grandes” geradores e estabelecer limites para cada um deles. Pois, a coleta de resíduos dos grandes geradores pode ser tarifada e, portanto se transformar em receita adicional para sustentação econômica dos serviços públicos, reduzindo cerca de 10 a 20% com gastos do sistema. Deve-se ainda cadastrar as empresas prestadoras destes serviços.

A coleta e o transporte de entulhos, em cidades maiores, geralmente são efetuados por empresas particulares, contratadas pelos geradores. Alguns municípios efetuam este tipo de coleta e transporte em função da quantidade de resíduos gerados (limite de recolhimento). Em pequenas cidades, a coleta de entulhos de construção e resíduos de podas de árvores e jardinagem, muitas vezes ainda é efetuada por carroceiros. A Resolução SMA nº 41 (SÃO PAULO, 2003) dispõe sobre procedimentos de licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo, e muitos municípios ainda precisam adequar-se à esta legislação. Porém destaca-se que os serviços de “coleta diferenciada”, principalmente os prestados por terceiros (autônomos ou empresas), precisam ser cadastrados, controlados e fiscalizados pela prefeitura.

Para o manuseio coleta de resíduos de serviços de saúde, a NBR 12809 (ABNT,1993), define as técnicas para a segregação e acondicionamento seletivo. Os resíduos infectantes e especiais devem ser coletados separadamente dos comuns, e serem transportados por viaturas especiais (MONTEIRO et al., 2001).

3.4.3.1 Coleta seletiva

A operacionalização da coleta seletiva pode ser efetuada de duas formas: individualizando-se os materiais recicláveis, sistema de coleta multi-seletiva, ou acondicionando-os em recipientes diferenciados ou agregando os recicláveis em um único recipiente, sistema coleta seletiva (CEMPRE, 1999). Ambos os tipos podem ser efetuados de acordo com os modelos ou modalidades de coleta seletiva.

De acordo com o IPT e CEMPRE (2000) são quatro as principais modalidades de coleta seletiva: porta-a-porta; em postos ou locais de entrega voluntária; em postos de troca; e, efetuada por catadores.

Segundo Monteiro et al. (2001), em países desenvolvidos, quase sempre os sistemas e modelos adotados são subsidiados pelo poder público, mas nos países em desenvolvimento são difíceis de serem aplicados de forma subsidiada.

O sistema com separação individualizada, através da “coleta multi-seletiva” dos materiais recicláveis é efetuado, na própria fonte geradora, através da coleta seletiva dos diferentes tipos de materiais recicláveis simultaneamente, mas com separação rigorosa de todos os tipos de recicláveis. Neste sistema, o veículo de coleta deve ter sua carroceria

compartimentada de forma a transportar os materiais separadamente (MONTEIRO et al, 2001).

Para o IPT e CEMPRE (2000) existem diversos aspectos técnicos e econômicos que podem dificultar sua implantação deste sistema e que requerem investimentos maiores, tais como:

- necessidade de veículos coletores especiais;
- espaço físico para armazenamento dos materiais em separado;
- maior frequência (dias) de coleta;
- capacidade de escoamento (venda) de todos os materiais; e,
- necessidade de uma campanha educativa mais detalhada.

Monteiro et. al (op.cit), indicam a utilização do sistema conhecido como o “modelo clássico de separação”, que separa os resíduos sólidos em dois grupos :

- materiais orgânicos (úmidos): sobras de alimentos e materiais não recicláveis (lixo). Devem ser acondicionados em um único recipiente e coletados pelo sistema de coleta de lixo domiciliar regular; e,
- materiais recicláveis (secos): papéis, metais, vidros e plásticos. Devem ser acondicionados em um único recipiente e coletados nos roteiros de coleta seletiva.

Para que a coleta seletiva tenha eficiência, segundo Lajolo (2003), há necessidade de associá-la a uma unidade de triagem, Galpão ou Central de Triagem. Neste local, os materiais recicláveis são recebidos, separados, prensados ou picados e enfardados ou embalados, ou seja, efetua-se um pré-beneficiamento, que agrega valor econômico aos recicláveis para posterior comercialização.

Segundo o IPT e CEMPRE (op. cit.), a implantação da coleta seletiva deve basear-se no tripé:

- tecnologia – para efetuar a coleta, separação e reciclagem;
- mercado – absorção do material recuperado; e
- conscientização – motivação do público alvo.

Salienta-se que a sensibilização e a conscientização da comunidade deve ser objeto de investimentos constantes, pois quanto maior a participação voluntária menor será o custo administrativo. A coleta seletiva apresenta os seguintes pontos positivos:

- boa qualidade dos materiais recuperados, pois estão menos contaminados pelos outros materiais presentes;

- estímulo a cidadania, pois a participação estimula a espírito da cooperação e a preservação dos recursos naturais;
- permite maior flexibilidade, pois pode ser iniciada em pequena escala e ser ampliada gradativamente;
- permite articulações e parcerias no programa desenvolvido; e,
- reduz o volume e melhora a capacidade dos aterros sanitários.

O IPT e CEMPRE (2000) cita também alguns pontos da coleta seletiva que requerem atenção especial quanto à adoção de um sistema adequado, ou seja:

- o esquema especial de coleta seletiva, pode gerar mais gastos, pois requer que a coleta seja efetuada em dias diferenciados aos da coleta regular ou convencional; e
- a associação de uma unidade de triagem, onde os materiais são separados por tipo e beneficiados, geralmente gera gastos iniciais, de implantação, equipamentos e manutenção da unidade, bem como a organização de catadores de recicláveis .

Salienta-se que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos é responsabilidade do poder público, e atualmente envolve problemas sanitários e de saúde pública. Assim, deve-se avaliar o custo-benefício da implantação de um programa de coleta seletiva que inclua os catadores de recicláveis. A atual problemática ambiental apresenta-se vinculada à questão sócio-econômica, interfere na qualidade de vida dos trabalhadores e, acarreta conseqüências prejudiciais para a saúde pública no município.

A coleta seletiva pode ser efetuada “porta a porta” e/ou “voluntária”:

a) Coleta “porta a porta”

É semelhante ao procedimento de coleta normal ou regular, porém com algumas variações. Os veículos coletores de acordo com o sistema adotado (multi-seletiva ou seletiva) percorrem os locais em dias e horários específicos que não coincidem com a coleta normal. Os moradores colocam os recicláveis nas calçadas, devidamente acondicionados, de acordo com o sistema de coleta adotado (CEMPRE, 1999).

Para a eficiência deste sistema, o poder público precisa manter a população permanentemente sensibilizada, informada e mobilizada através de um programa de educação ambiental (LAJOLO, 2003).

Na maioria das cidades onde existe o sistema, os roteiros de coleta seletiva são realizados semanalmente, utilizando-se de caminhões de carroceria aberta, que transportam os materiais até uma unidade de triagem e processamento (MONTEIRO et al., 2001).

b) Coleta “voluntária”

A coleta seletiva voluntária utiliza normalmente contêineres ou mesmo pequenos depósitos, colocados em pontos fixos pré-determinados na malha urbana, onde a população, espontaneamente, deposita os recicláveis. O CEMPRE (1999) denomina estes pontos como Pontos de Coleta Voluntária (PEV's) ou Locais de Coleta Voluntária (LEV's).

Segundo Monteiro et al. (2001), a segregação de materiais pode ser efetuada conforme critérios diferentes. Uma das mais comuns é aquela que divide os resíduos em secos e úmidos.

É possível separar os resíduos em um número maior de grupos (plásticos, metais, papel, vidros, etc.), desde que a população proceda a separação correta, para que a coleta seja efetuada de forma satisfatória. Além disso, envolve custos com os equipamentos de coleta segregativa adaptados para tal finalidade.

Para o caso da segregação em grupos maiores, nos PEV's ou LEV's, deve haver identificação de cada material por grupo, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nº 275, de 25/04/2001, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos para a identificação de coletores e transportadores (MONTEIRO et al., op. cit.).

IPT e CEMPRE (2000) cita que após a coleta dos resíduos secos, estes devem ser transportados para as unidades de triagem; e, que os resíduos úmidos devem ser coletados pela coleta regular e serem destinados à compostagem ou ao aterro sanitário. Para medir o alcance de sistemas de coleta seletiva, é importante que seja calculada a taxa de desvio. Este cálculo consiste na relação (em percentuais), entre a quantidade de resíduos coletada seletivamente e a quantidade total de resíduos coletados. E salienta que, o uso deste indicador apresenta como única desvantagem, não considerar as perdas de materiais na triagem e no processo de reciclagem.

A participação da comunidade é fundamental no sucesso e manutenção do programa de coleta seletiva. E para tanto, se faz necessário divulgar e esclarecer à comunidade à respeito do programa, informando quais os resíduos que devem ser separados, como separá-los, como acondicioná-los e armazená-los, e até os dias que a coleta irá ser efetuada. Antes do seu lançamento do programa de coleta seletiva, a população deve ser informada e ser reforçada sistematicamente. Além disso, citam ser importante informar sobre o total de

material coletado desde o lançamento, as metas alcançadas e as que se pretender alcançar (MONTEIRO et al., 2001).

Os folhetos informativos devem-se transmitir todas as informações necessárias de forma clara, em formato atraente, linguagem simples e acessível a toda comunidade envolvida. Não existe um padrão para ser utilizado, mas deve-se utilizar a simbologia correta de acordo com os tipos de materiais recicláveis, de acordo com padrão internacional (CEMPRE, 1999).

3.4.4 Técnicas de tratamento

Define-se tratamento como uma série de procedimentos técnicos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, tanto impedindo descarte em local inadequado como os transformando em material inerte ou biologicamente estável (MONTEIRO et al., op.cit.).

É comum, na área de resíduos, considerar-se a redução dos resíduos industriais na fonte e não para os domésticos. O conceito básico é a não-geração dos resíduos e, para os domésticos é a redução de desperdícios. A quantidade excessiva e desnecessária de descarte dos resíduos sólidos pode ser evitada através da mudança de hábitos da população e da concepção dos produtos (TEIXEIRA, 1999).

De acordo com Lajolo (2003) é mais fácil gerenciar os resíduos sólidos (lixo) quanto menos houver, e como diretriz para minimizá-los cita o procedimento dos três Rs:

- **Redução** no consumo (na fonte geradora);
- **Reutilização** direta dos produtos; e,
- **Reciclagem** de materiais.

Esta ordem dos “Rs” baseia-se no princípio de causar menor impacto, evitando a geração de resíduos e diminuindo a quantidade de materiais para a reciclagem após seu descarte, ou seja, melhor do que fazer a “compostagem” de sobras de comida é “reduzir o desperdício”. Como exemplo cita-se o entulho gerado na cidade de São Paulo, que daria para construir 35 casas por dia.

Segundo Teixeira (1999), toda alteração, deliberada, nos resíduos que resulte em diminuição de sua quantidade e/ou de sua periculosidade é denominada “tratamento”. E como prioridade define: a reciclagem e/ou compostagem; e, a recuperação energética.

Na maioria dos municípios brasileiros, segundo Philippi Jr. e Aguiar (2005), os resíduos sólidos domiciliares são dispostos em aterros não adequados ou sem tratamento prévio. Muitas são as iniciativas de reciclagem de resíduos e a compostagem, mas não representam uma grande quantidade de resíduos tratados e/ou reciclados.

3.4.4.1 Reciclagem

A reciclagem, como uma das alternativas de tratamento ou como redução de resíduos sólidos, atualmente é muito discutida tanto nos meios científicos e técnicos como pela população em geral. Para Monteiro et al. (2001), os principais benefícios ambientais da recuperação de materiais, presentes no lixo são:

- economia de matérias- primas não renováveis;
- economia de energia nos processos produtivos;
- aumento da vida útil dos aterros sanitários; e,
- estímulo à consciência ambiental e aos princípios de cidadania.

Lajolo (2003) define reciclagem como a recuperação de materiais diversos por meio de processamento industrial, com a finalidade de produzir um bem que pode ou não ser do mesmo tipo ou ter a mesma função que o original. E que esta definição aplica-se geralmente ao material pós-consumo, que saiu de uma indústria, foi comercializado e descartado. Cita quatro formas de reciclagem denominadas como primária, secundária, terciária e quaternária:

- a) **Primária:** onde o material mantém as mesmas propriedades físico-mecânicas e o mesmo valor econômico do material inicial, como exemplo as latas de alumínio retornando à indústria para gerar latas de alumínio;
- b) **Secundária:** o material perde algumas propriedades, como resistência ou cor, e assim deve ser usado em aplicações técnicas diferentes ou menos rigorosas, como exemplo, garrafas PET retornando à indústria para a fabricação de vassouras;
- c) **Terciária:** o material só é utilizado na incineração energética para a recuperação de energia embutida, devido ao alto teor de contaminação (mistura com outros materiais); e,
- d) **Quaternária:** a última possibilidade anterior ao destino final (aterro sanitário) é a transformação do material em um composto, que representa uma fonte de nutrientes e energia, pois ajuda a substituir fertilizantes químicos.

Para Monteiro et al. (2001), a reciclagem ideal é aquela que está associada à coleta seletiva, pois a população separa os resíduos recicláveis em casa, acondicionando-os separadamente dos resíduos úmidos (orgânicos), destinados à coleta regular. Se isto não acontece, o material reciclável misturado ao lixo fica sujo e contaminado, tornando seu beneficiamento mais complicado. As principais categorias de materiais recicláveis são: papéis, plásticos, vidros e metais que, atualmente, compõem cerca de 35% do peso do lixo brasileiro.

A reciclagem é um conjunto de operações interligadas, realizadas por diferentes agentes econômicos. Segundo Lajolo (2003), os materiais recicláveis através de um processo, passam por diversas etapas de operação que permite aos recicláveis serem re-utilizados como matéria prima na produção de novos produtos.

Para o Lajolo (op. cit.), o conjunto de operações de triagem, classificação e beneficiamento podem ser denominados “preparação para a reciclagem”, conforme mostra a Figura 05.

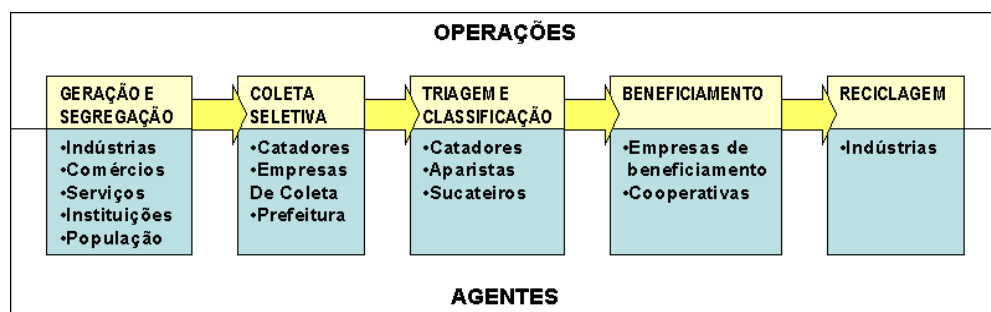


Figura 05 – Representação esquemática da cadeia de reciclagem.

Fonte: LAJOLO, 2003.

A seqüência formada pelos elos da cadeia de reciclagem, mostrada na Figura 05 (LAJOLO, 2003), são descritas a seguir:

- a) **segregação dos resíduos:** é o primeiro elo da cadeia, geralmente efetuado pelos agentes que os geraram. Como agentes pode-se citar: as indústrias, o comércio, os serviços, órgãos públicos e a população consumidora em geral;
- b) **coleta seletiva:** é o segundo elo, diferenciada da coleta convencional, onde os matérias recicláveis são coletados total ou parcialmente separados e, dependendo do tipo de separação são enviados para as operações de triagem e classificação ou diretamente às unidades de beneficiamento. Como agentes neste elo, pode-se citar:

catadores, organizados ou não; empresas privadas de coleta de lixo; e, as prefeituras;

- c) **triagem e classificação:** é o terceiro elo, corresponde às operações de limpeza, classificação mais apurada e enfardamento dos materiais. Os principais agentes envolvidos são: catadores organizados (em associações ou cooperativas), sucateiros e aparistas;
- d) **beneficiamento:** é o quarto elo, onde as operações de beneficiamento envolvem procedimentos específicos para cada material, transformando os resíduos recicláveis em novos insumos para a indústria. Como exemplo, a transformação do plástico através das operações de moagem, lavagem, secagem, aglutinação, extrusão ou granulação. Os agentes mais comuns são as empresas que podem realizar parte ou todas as operações de beneficiamento; apenas algumas organizações de catadores já realizam operações de beneficiamento; e,
- e) **reciclagem:** último elo da cadeia, quando os produtos intermediários vindos das operações anteriores são utilizados como insumos em instalações que utilizam somente materiais reciclados ou sua mistura com matérias-primas virgens.

É necessário ressaltar a diferenciação citada por Lajolo (2003) entre as “Unidades de Separação e/ou Triagem” e as “Usinas de Triagem e/ou Reciclagem”, pois se verifica na literatura a aplicação dos termos de forma confusa e por vezes equivocada.

As “Unidades de separação e/ou triagem de resíduos recicláveis” são conhecidas como “Galpão ou Central de Triagem”, sendo o local onde são recebidos os materiais recicláveis coletados para serem processados ou beneficiados (separação, prensagem, enfardamento, etc) de acordo com as exigências necessárias a sua comercialização. Para o funcionamento desta unidade de separação ou triagem pressupõe-se que a coleta seletiva foi efetuada preliminarmente, onde os resíduos sólidos já sofreram uma primeira separação. Portanto, difere da “Usina de Triagem e/ou Reciclagem”, porque recebe os resíduos da coleta regular e os recicláveis encontram-se misturados aos demais resíduos orgânicos, geralmente prensados no caminhão compactador.

Na Usina, o lixo todo é depositado na esteira rolante, onde são retirados os materiais recicláveis, que se apresentam sujos e contaminados (LAJOLO, op.cit.). Este sistema é oneroso, pois requer gastos com pessoal e equipamentos e, está em desuso no Brasil, apesar de muitos municípios ainda o utilizarem. A maior parte das instalações não teve resultados

adequados, além apresentar mais riscos à saúde dos trabalhadores; e foi abandonada (BRASIL, 2002a).

A diferenciação apresentada reforça que o sistema denominado “Usina de Triagem e/ou Reciclagem” não deve ser confundido com o “Galpão de Triagem ou Central de Triagem”. Salienta-se neste trabalho, que este sistema, não deve ser adotado, por não permitir o envolvimento e a participação da comunidade no processo, já que dispensa as pessoas de assumirem suas responsabilidades enquanto geradoras de resíduos e poluidores do meio em que vivem.

3.4.4.2 Compostagem

As primeiras sociedades agrícolas já empregavam a compostagem, que se caracteriza como um processo controlado de decomposição, e a partir de microrganismos específicos, trata e estabiliza os resíduos para a produção de fertilizante orgânico, melhorando as características físico-químicas do solo (LAJOLO, 2003).

A compostagem é um processo que permite aproveitar os resíduos orgânicos, como sobras de alimentos, restos de podas e capina, folhas, etc., transformando-os em um excelente fertilizante para o solo. Pode ser feita em casa ou, em escala maior, em unidades de tratamento biológico. Deposita-se o material orgânico em uma composteira (local onde o material será decomposto), que pode ser um buraco feito no chão, onde deverá ficar por três a cinco meses. O resultado da decomposição do material orgânico é um composto rico em nutrientes, que pode ser utilizado para adubar vasos, jardins e até hortas comunitárias (BRASIL, 2002a).

Segundo Teixeira (1999), a compostagem é um processo físico, químico e, principalmente, biológico de decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos, resultando no composto curado, para aplicação em solos agrícolas. Pode ser processada em uma instalação industrial, ou seja, em uma “usina de compostagem” construída para esta finalidade.

A mesma consideração efetuada por Lajolo (2003), na página 45, aplica-se as “Unidades de Segregação e/ou Compostagem”, conhecidas também com a denominação de “Usinas de Triagem e/ou de Reciclagem”. O sistema prevê a utilização de um galpão com equipamentos para a separação dos resíduos recicláveis dos outros resíduos, utilizando-se esteiras rolantes no processo. Os sacos de lixo depositados na esteira são rasgados para

separar o material reciclável dos resíduos orgânicos, que são encaminhados para a compostagem.

3.4.4.3 Incineração

A incineração constitui um processo de redução de peso e volume dos resíduos sólidos por intermédio da queima controlada (OLIVEIRA, 1997). Os resíduos são reduzidos a cinza, que representam 5 a 15% do peso inicial. Os agentes patogênicos são destruídos, por isso é utilizada para tratamento de resíduos de serviços de saúde, pois também destroem diversos compostos químicos tóxicos presentes.

A incineração é um processo que reduz o volume dos resíduos através de altas temperaturas (800°C ou maior). Em Brasil (2002a), salienta-se que sua utilização exige análise criteriosa, pois é um sistema complexo, que envolve milhares de interações físicas e reações químicas, principalmente porque:

- a massa de lixo é muito heterogênea (resíduos urbanos - hospitalares); e,
- a combustão nunca se processa de forma ideal, podendo haver formação de outros produtos.

Segundo Philippi Jr e Aguiar (2005), alguns incineradores são projetados para permitir o aproveitamento do calor da queima para a produção de energia elétrica. A utilização da incineração apresenta algumas desvantagens, tais como:

- riscos de produção e emissão de dioxinas e furanos, substâncias tóxicas cancerígenas, que se emitidas com os gases da queima podem causar ao ambiente e à saúde. Tecnicamente, existem formas de minimizar bastante essa possibilidade, mediante resfriamento mais rápido de gases e filtragem de materiais particulados, entre outras;
- as cinzas (rejeitos) devem ainda ser aterradas, sendo necessário que haja um aterro adequado para sua disposição final; e,
- o custo elevado, é a principal desvantagem.

Na incineração, além do dióxido de carbono (CO₂) e do vapor de água, os gases resultantes do processo podem incluir diversas substâncias tóxicas, como chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e outros metais pesados, ácido clorídrico (HCl) e dióxido de enxofre (SO₂), dioxinas e furanos, etc. Entre estes, destacam-se as dioxinas e os furanos, que integram os chamados Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs. São tóxicos, cancerígenos, resistentes à degradação e ao fogo e se acumulam em tecidos não gordurosos (humanos e animais). São transportados pelo ar, água e pelas espécies migratórias, através de fronteiras

internacionais, e depositadas muito distante do local de sua emissão, onde se acumulam em ecossistemas terrestres e aquáticos. Em decorrência dessas características, em setembro de 1998, a EPA (USA), anunciou que não existe um nível “aceitável” de exposição às dioxinas (COLETA, 2004).

A “usina de incineração” é uma instalação especial composta de fornos especialmente projetados, onde se processa a queima controlada dos resíduos sólidos (lixo), com a finalidade de transformá-lo em matéria estável e inofensivo à saúde pública, reduzindo o seu peso (massa) e volume. No Brasil, os incineradores são mais empregados para os resíduos sólidos de saúde, principalmente hospitalares. Existem unidades de incineração no Brasil que estão sendo desativadas por operarem precariamente, sem sistemas de limpeza adequados, sem controle dos gases emitidos, e com custos de implantação e operação muito elevados (BRASIL, 2002a).

Philippi Jr e Aguiar (2005) salientam que onde há escassez de áreas para aterro ou de fontes de energia, a incineração de resíduos sólidos domésticos é mais utilizada. Como principal exemplo, cita o Japão, onde mais de 70% dos resíduos sólidos domésticos são incinerados. Já em outros países, as comunidades têm exigido o fechamento dos incineradores. No caso da Alemanha, onde à qualidade do ar, têm exigências progressivas, vêm aumentando a fração tratada por compostagem, mas por outro lado, tem sido admitida a incineração de plásticos.

3.4.4.4 Outros métodos

A “pirólise” é uma decomposição física e química por ação térmica na ausência de oxigênio, a temperatura de 500 a 1.000°C (OLIVEIRA, 1997).

Segundo Philippi Jr. e Aguiar (2005), a decomposição resulta na produção de gases e óleos combustíveis, alcatrão, sulfato de amônia e carvão. No Brasil, este processo tem sido pouco utilizado, e precisa ser aperfeiçoado tecnológica e economicamente.

A “conversão biológica” com recuperação de energia tem por base atividade microbiana anaeróbia, que produz gases combustíveis. São construídos digestores apropriados ou instalações de equipamentos para captarem os gases produzidos nos aterros sanitários, podendo-se gerar energia pela queima desses gases (LIMA, 1991).

Já o uso de resíduos sólidos domésticos orgânicos para a alimentação de animais, especialmente de criação, é permitido, desde que os resíduos sejam adequadamente cozidos (PHILIPPI JR; AGUIAR, 2005).

3.4.5 Disposição final

Os resíduos não tratados e os rejeitos dos diversos processos de tratamento precisam ser finalmente dispostos no solo. O destino final dos resíduos sólidos urbanos consiste em uma das preocupações dos administradores municipais, pois mesmo com o tratamento e/ou aproveitamento dos resíduos recicláveis tem-se ainda os resíduos do resíduo, ou seja, os rejeitos.

Segundo Philippi Jr e Aguiar (2005), em função dos rejeitos gerados pelos processos de tratamento e reciclagem há a necessidade de existir alguma forma de disposição final.

Neste trabalho, é importante ressaltar que o termo “disposição final” foi utilizado para indicar que a “destinação final” ou “destino final” são realizados de forma adequada, visto que, Ferreira (1993) apud Philippi Jr e Aguiar (op.cit.), afirma que “dispor” significa colocar de forma ordenada, com medidas técnicas para garantir proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Assim considera-se a solução de disposição final em “aterro sanitário” como alternativa correta do ponto de vista sanitário e ambiental, o que justifica a frequência com que têm sido a mais indicada para dispor os resíduos e rejeitos no solo.

Destaca-se que o “lixão” é uma destinação ou destino final, o qual consiste em uma forma inadequada de depositar os resíduos no solo, pois não apresenta medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Infelizmente, este tipo de procedimento tem sido atualmente o mais utilizado pelos municípios brasileiros (IPT; CEMPRE, 2000).

Para Philippi Jr e Aguiar (op.cit.), o lixão não pode ser considerado como forma de disposição final, e sim como forma de destinação final inadequada, pois propicia a proliferação de vetores e o aparecimento de doenças, podendo ainda, provocar a poluição do solo, das águas e do ar. Salientam que sócio-ambientalmente reflete a miséria, por ser fonte de renda para catadores, que vivem neste ambiente para separar os materiais recicláveis depositados inadequadamente.

Em situação intermediária, entre os lixões e os aterros sanitários, têm sido utilizada a expressão “aterros incompletos” ou “aterros controlados”.

O “aterro controlado” para a destinação final de resíduos sólidos também não deve ser considerado adequado, ou seja, apresenta-se como uma variação melhorada do lixão, onde os resíduos sólidos depositados são cobertos com terra, de forma arbitrária, reduzindo-se apenas os problemas de poluição visual, não sendo reduzida a poluição do solo, da água e do ar (SANT’ANA FILHO, 1991).

Do ponto de vista técnico e ambiental, segundo afirmam Monteiro et al. (2001), o aterro controlado não é eficiente porque não são utilizadas técnicas de engenharia para evitar a contaminação, como no caso dos aterros sanitários. Apesar de ser uma alternativa melhor do que os lixões, a cobertura dos resíduos com terra e o controle da entrada e saída de pessoas na área, evitando a presença de catadores e a proliferação de animais transmissores de doenças, não pode ainda ser considerada uma forma adequada de tratamento para os resíduos sólidos.

Para Philippi Jr e Aguiar (2005), a denominação “aterro controlado” ou “aterro incompleto” cumpre a função de apenas diferenciar situações de descuido total das que apresentam alguns cuidados, mas deve ser considerada imprópria tecnicamente. Torna-se pertinente as considerações citadas por estes autores, pois na prática, principalmente técnicos das administrações municipais costumam utilizar o termo aterro sem efetuar a distinção entre “sanitário” e “controlado”.

Entre as soluções sanitárias e ambientalmente adequadas de destinação final, os aterros sanitários são considerados a forma menos onerosa, em curto prazo, para a questão da disposição de resíduos sólidos em cidades médias e grandes. As áreas disponíveis para o aterramento sanitário, com o tempo, tendem a se esgotar, provocando o aumento do custo para adquirir novos espaços ou tornando maiores as distâncias em relação aos centros geradores.

Além disso, os aterros sanitários modificam o relevo e a paisagem, e quando sua capacidade se esgota, deve ser encerrado, e a área aterrada necessita ser recuperada do ponto de vista paisagístico e de utilização pela comunidade, respeitando-se inclusive as limitações técnicas de segurança e normas e legislações para terrenos aterrados com resíduos (PHILIPPI JR.; AGUIAR, 2005).

3.4.5.1 Aterro sanitário

A solução técnica frequentemente mais indicada para a disposição final de resíduos sólidos é o aterro sanitário.

De acordo com a NBR 8419 (ABNT, 1992), aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste

na 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-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho e em intervalos menores, se necessário.

Sant'ana Filho (1991) cita diversas vantagens de utilização do aterro sanitário como método de disposição final, tais como:

- capacidade de absorver grande quantidade de resíduos;
- limitação da procriação de vetores;
- limitação da ação dos catadores de resíduos sólidos;
- possibilidade de recuperação de áreas degradadas, para fins de lazer e recreação pública;
- condições especiais para decomposição biológica da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos; e,
- aceitação de qualquer tipo de resíduos sólidos.

Porém também cita como fatores limitantes a utilização deste método os seguintes:

- disponibilidade de grandes áreas próximas aos centros urbanos;
- presença nas proximidades ou no local de material de cobertura diária; e,
- condições climáticas favoráveis para a sua operação durante o ano.

Ainda segundo Sant'Ana Filho (1991), para escolher o terreno destinado à implantação de um aterro sanitário é necessário efetuar vários levantamentos, tais como: geológico; hidrogeológico; geomorfológico; topográfico; climático; além dos aspectos ambientais, culturais e econômicos. Sua localização deve ser suficientemente afastada de mananciais destinados ao abastecimento público e sempre que possível o solo deverá ser impermeável, ou seja, conter alto teor de argila.

Para a escolha do método construtivo do aterro sanitário, de acordo com Monteiro et al. (2001) devem ser priorizados os seguintes aspectos quanto ao terreno:

- a topografia;
- o tipo de solo; e,
- a profundidade do lençol freático.

E cita três métodos construtivos como os mais tradicionalmente empregados:

- a) **método de trincheira** - técnica mais apropriada para terrenos planos ou pouco acidentados, onde o lençol freático esteja situado a uma profundidade maior em relação à superfície;
- b) **método de rampa** - indicado quando a área a ser aterrada é plana, seca e com um tipo de solo adequado para servir de cobertura. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático devem confirmar ou não o uso desta técnica; e,

- c) **método de área** - técnica adequada para zonas baixa, onde o solo local dificilmente pode ser utilizado como cobertura. O material necessário deve ser retirado de jazidas, que devem estar localizadas próxima à área para economia de transporte. Os demais procedimentos são idênticos ao método de rampa.

A opção por um destes métodos de aterramento, depende das características físicas e geográficas da área e da quantidade de resíduos sólidos a serem dispostos no solo IPT e CEMPRE (2000).

Segundo Consoni (2001), no caso de aterros cuja base está abaixo do nível original do terreno, duas são as situações possíveis: aproveitamento das escavações preexistentes; e, escavação de valas ou trincheiras.

Consoni (2001) considera ser possível, em condições especiais e com técnicas específicas de controle, que as cavas de mineração ou áreas de empréstimo de solo podem ser recuperadas para a construção de aterros sanitários, apesar que a maioria dos órgãos ambientais têm imposto restrições a esta opção. As ravinas e boçorocas são altamente contraindicadas. Salienta que, a opção pela escavação de valas ou trincheiras deve ser utilizada em situações específicas, visto que a sua dimensão é calculada em função do volume de resíduos gerados diariamente, os quais serão aterrados. Além do custo elevado, a utilização deste método é limitada pela profundidade do nível d'água e pelo afloramento de materiais rochosos.

Para Philippi Jr e Aguiar (2005), a execução de aterros sanitários deve-se atender as normas ABNT apropriadas, as quais envolvem diversos procedimentos de engenharia, destacando-se como principais:

- **impermeabilização de fundo:** dependendo do tipo de resíduos depositados; poderá ser feita com argila e/ou mantas polímeras;
- **sistema de drenagem e tratamento de percolados:** em função das chuvas e da decomposição dos resíduos são gerados líquidos percolados, chorume - que carregam consigo poluentes. Assim, se faz necessário um sistema de tratamento de efluentes ou a coleta e transporte destes para uma estação de tratamento, caso não haja uma no local;
- **sistema de drenagem de gases:** são muito importantes, pois a decomposição de resíduos orgânicos gera biogás, composto principalmente de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), com risco de explosões e de desabamentos por formação de bolhas de gás e conseqüentemente fragilidade mecânica;

- **sistema de drenagem de águas superficiais:** devem ser afastadas das águas pluviais e eventuais cursos d'água para minimizar a formação de percolados, e evitar o transporte de poluentes para o exterior dos aterros;
- **cobertura com terra e compactação:** cobertura diária dos resíduos com terra e máquinas para efetuar a operação de compactação do lixo, que evitam a emanação de odores e o crescimento de vetores;
- **sistema de monitoramento de lençol freático:** através de poços dispostos estrategicamente na área do aterro que permitam o controle; e,
- **infra-estrutura de funcionamento:** balança para controle da quantidade de resíduos e eventualmente laboratório para controle de sua composição; portaria, escritório, oficina de manutenção, vestiário, vias de acesso, pátio de manobras, de acordo com o tamanho do empreendimento e quantidade de resíduos que receber diariamente. Ainda, toda a área deve ser cercada para controlar o acesso ao local, impedir a entrada de não funcionários e de animais sinantrópicos aos resíduos que estão sendo aterrados.

O “aterro sanitário energético” consiste na conservação e recuperação da energia dos gases produzidos. Esta energia contém o gás bioquímico (biogás) produzido no aterro pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica, constituído por uma mistura de 60% de metano (CH₄) e 40% de dióxido de carbono (CO₂). Os gases são drenados através de sistemas combinados de drenos verticais e horizontais, e conduzidos para um queimador (flare), onde é queimado e posteriormente armazenado. Esta solução é adotada em função do custo-benefício, sendo ainda pouca utilizada no Brasil (TEIXEIRA, 1999).

3.4.5.2 Tipologia de aterros sanitários para municípios de pequeno porte

Normalmente é aplicado o método de aterros sanitários em valas para os municípios de pequeno porte, que geram até cerca de 10 t/dia, pois requer menos recursos financeiros para sua construção, como também dispensa a presença intensiva de equipamentos para sua operação (IPT; CEMPRE, 2000).

De acordo com Gomes e Martins (2003), para esses municípios, devido à pequena quantidade de resíduos gerados diariamente, é possível considerar sistemas de disposição final simples, como a operação em trincheiras, desde que realizada de acordo com as normas técnicas de modo a não prejudicar o meio ambiente e a saúde pública.

A CETESB, no Estado de São Paulo tem indicado o “aterro em valas” para pequenos municípios e comunidades, mas ressalta que devem ser respeitadas determinadas propriedades técnicas, como características do solo e profundidade do lençol freático (PHILIPPI JR.; AGUIAR, 2005).

A técnica de aterramento em valas (CETESB, 2005b), consiste no preenchimento de valas escavadas com dimensões apropriadas, onde o resíduo é depositado sem compactação e sua cobertura com terra pode ser realizada manualmente ou com a utilização de máquinas. Porém, os equipamentos são imprescindíveis apenas na fase de abertura das valas.

O veículo de coleta deve descarregar os resíduos pelo lado livre da vala, sem o ingresso em seu interior, inclinando-se por uma das extremidades da mesma. À medida que são depositados, os resíduos devem ser nivelados e cobertos com a terra acumulada ao lado da vala, proveniente da escavação. Assim que o primeiro trecho da vala estiver totalmente preenchido, inicia-se outro, repetindo-se o mesmo procedimento. O nivelamento da vala deve ficar numa cota superior ao do terreno, prevendo-se possíveis recalques. Após o completo aterramento da vala, se o município dispuser de equipamentos (máquinas), deve efetuar uma melhor compactação dos resíduos, passando diversas vezes sobre o local aterrado. Caso não haja esta possibilidade, a terra de escavação da vala seguinte deve ser acumulada sobre as valas já aterradas, acelerando os recalques e impondo a compactação dos resíduos (IPT; CEMPRE, 2000 e CETESB, 2005b).

A Rede de Pesquisa em Saneamento Básico, formada por instituições de ensino e pesquisa, no âmbito do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), desenvolveram diversas pesquisas aplicadas aos municípios de pequeno porte para a disposição final simples, como a operação em trincheiras. Estes estudos apresentaram algumas variações em termos de características de implantação ou na operação com relação ao sistema de aterro em valas conforme as normas e literatura específica do IPT e CEMPRE, e CETESB (op. cit.)

A alternativa tecnológica da PROSAB, aplicada aos municípios de pequeno porte foi denominada com o termo “aterro sustentável”. Teve como objetivo associar a simplicidade operacional à flexibilidade para compatibilizar o projeto, a operação, os requisitos ambientais e as potencialidades locais. Pode ser aplicada a terrenos planos e com baixa declividade (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Aterro sustentável, segundo Gomes e Martins (2003), consiste na abertura de trincheiras, onde o resíduo é disposto, que ao fim de cada jornada diária recebe uma camada

de cobertura intermediária, feita, com o solo (em sua maior parte) proveniente da escavação. As trincheiras têm sistema prismático, com profundidade que pode variar de 2 a 3 metros. Podem ser do tipo paralelepípedo (relação vertical/fundo, inclinação 1:1), ou na forma trapezoidal, com taludes cuja inclinação depende das características de estabilidade do solo ou ainda, com laterais pouco inclinadas (1:2 a 1:3), neste caso de utilizar geomembranas (PEAD Ø 8mm) para a impermeabilização.

Para o dimensionamento das trincheiras, Gomes e Martins (2003) adotam o seguintes procedimentos:

- a) **geração de resíduos:** verificar a quantidade de resíduos encaminhados diariamente para a disposição final;
- b) **cobertura intermediária:** empregar cobertura intermediária de 10 a 20 cm de solo local, com compactação média (250 a 350 kg/m³) ou 25% do volume de resíduos a serem cobertos;
- c) **vida útil:** sugere-se estimar entre 2 a 4 meses para cada trincheira;
- d) **compactação no aterramento:** a densidade média dos resíduos, sem compactação é da ordem de 100 a 150 kg/m³, para a compactação manual, de 250 a 350 kg/m³;
- e) **relação largura/comprimento:** a largura pode variar de 3 a 6 metros, enquanto o comprimento é em função da quantidade de resíduos a ser disposta em determinado período de tempo; e,
- f) **profundidade:** de 2 a 3 metros, dependendo do nível do lençol freático e da camada do solo.

A Figura 06 mostra este sistema de aterramento em planta baixa e corte (s/escala).

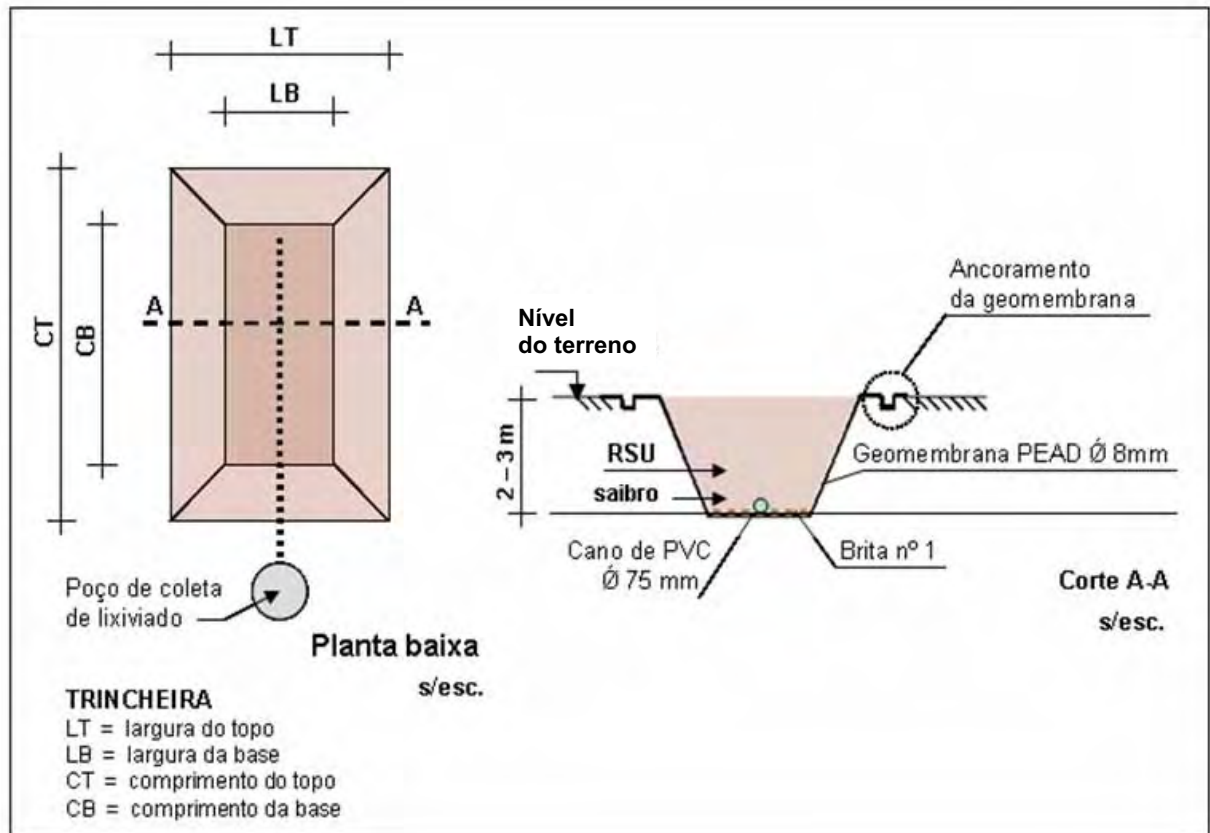


Figura 06 – Esquema de uma trincheira para aterramento de resíduos sólidos.

Fonte: adaptado de Gomes e Martins, 2003.

A experiência de Lange, Simões e Ferreira (2003), obtida ao longo de dois anos e meio de estudos científicos, durante os quais foi executado, passo a passo, um aterro sustentável para o município de Catas Altas, MG, apresenta aspectos importantes que podem ser consultados como base para o desenvolvimento de projetos semelhantes em outros locais. Os autores salientam que as características dos municípios de pequeno porte devem ser criteriosamente analisadas quando for elaborado o projeto específico de engenharia. Este projeto deve ser composto dos seguintes elementos construtivos e operacionais: sistemas de cobertura dos resíduos; impermeabilização da base e laterais de aterro; sistema de drenagem e escoamento de águas superficiais; sistema de drenagem de líquidos lixiviados; sistema de drenagem de gases; e, infra-estrutura de controle e apoio operacional. Para a escavação da trincheira foi utilizada uma retroescavadeira, com as dimensões de 5,0m (topo), 3,0m (base), 30,0m (comp.) e 3,0m (prof.), espaçadas de 1,5m.

O tempo de vida útil de cada trincheira é de aproximadamente 90 dias. A Figura 07 mostra um esquema em planta e corte dos sistemas utilizados.

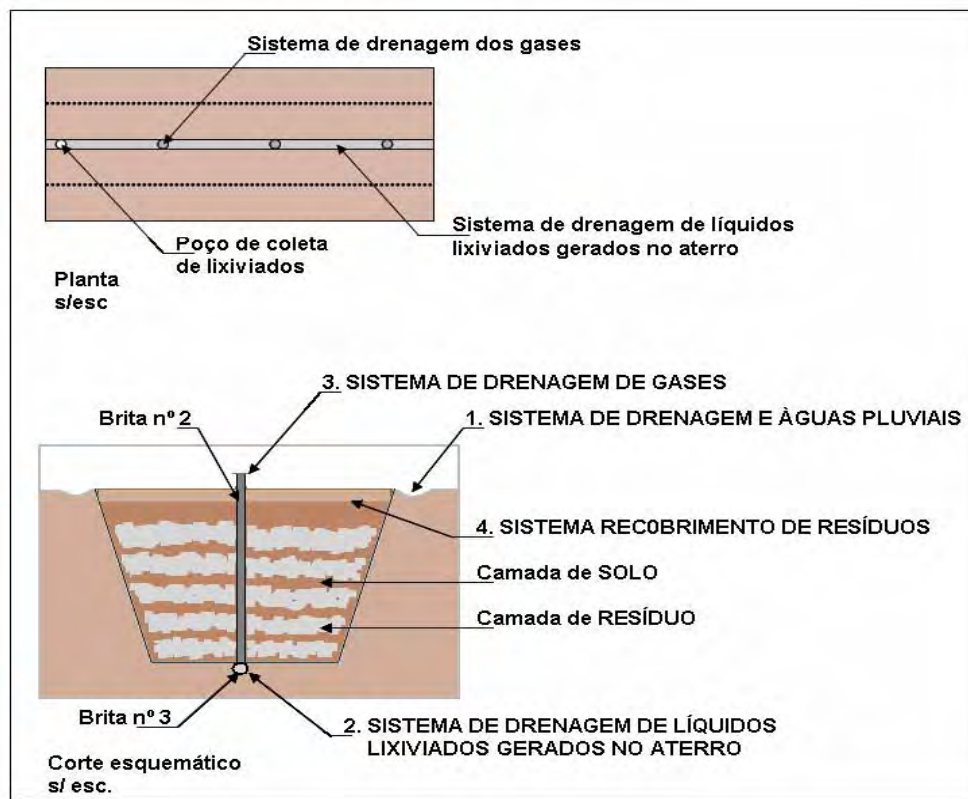


Figura 07 - Esquema em planta e corte (s/esc.) dos sistemas de tratamento.

Fonte: adaptado de Lange, Simões e Ferreira, 2003.

Lange, Simões e Ferreira (2003), citam exemplos dos resultados obtidos. Um deles refere-se ao sistema de drenagem e escoamento de águas superficiais, uma solução simples e interessante, utilizada para evitar a entrada de águas pluviais nas trincheiras. Foram escavadas canaletas de drenagem no seu entorno e construído um sistema de cobertura em lona sobre a mesma. Para a construção da estrutura de cobertura podem ser utilizados bambus ou eucaliptos, barateando o custo. Quando as trincheiras tiverem sendo finalizadas, a cobertura pode ser removida para uma nova trincheira aberta, mantendo-se sua função inicial. Este sistema, também melhora as condições de trabalho dos operadores do aterro (Figura 08).

Outro exemplo refere-se ao rolo compactador manual (tambor metálico preenchido com óleo queimado). Após lançar uma camada de cobertura (solo com 10 cm de espessura), compacta-se o solo com o rolo (155 kg) em duas passadas (ida e volta), fechando-se a célula em cada jornada de trabalho.

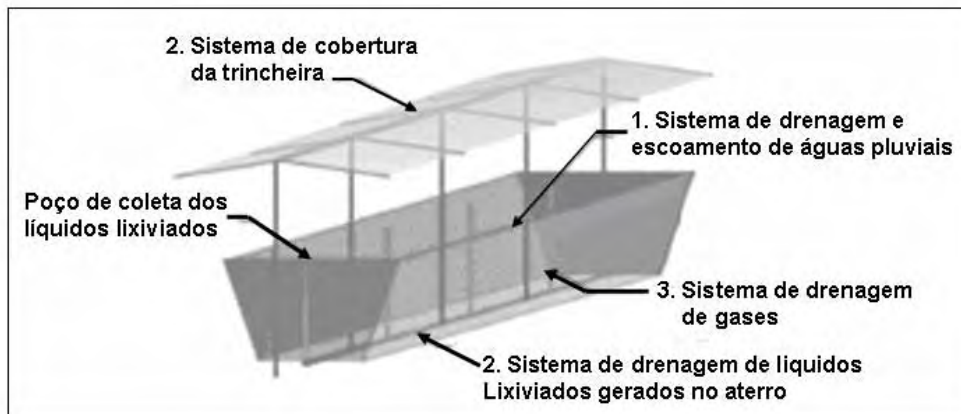


Figura 08 – Detalhe da cobertura temporária, utilizado em Catas Altas, MG.

Fonte: Lange, Simões e Ferreira, 2003.

Para os pesquisadores Lange, Simões e Ferreira (2003), o aterro de Catas Altas apresentou bons resultados devido aos investimentos efetuados no treinamento da mão-de-obra e atendimento às exigências técnicas e diretrizes do projeto. A viabilização dos estudos e a sua implantação foram possíveis através da parceria estabelecida entre o poder público municipal e a universidade (cooperação técnica), a qual visou à capacitação e transferência de tecnologia. E os objetivos da pesquisa, foram atingidos sob o ponto vista tecnológico, sanitário e ambiental, como também quanto à sua aplicabilidade, sistema de operação e manutenção, inclusive apresentando viabilidade econômica.

3.4.5.3 Caracterização da área de destinação final

Para definir o procedimento mais adequado à destinação final de resíduos sólidos em determinado município, deve ser efetuado um levantamento da situação atual, considerando-se o tipo, origem e quantidade de resíduos produzidos, tratamentos existentes e características dos locais de destinação final.

A avaliação do local de destinação final deve demonstrar as condições favoráveis e desfavoráveis existentes e priorizar as medidas necessárias à adequação de forma sanitária, ambiental e/ou operacional. A continuidade de operação (com sua adequação) ou a necessidade de encerramento das atividades no local (com a viabilização de nova área) deve ser efetuada a partir do diagnóstico da atual situação da área utilizada como destinação final, conforme mostra o fluxograma da Figura 09.

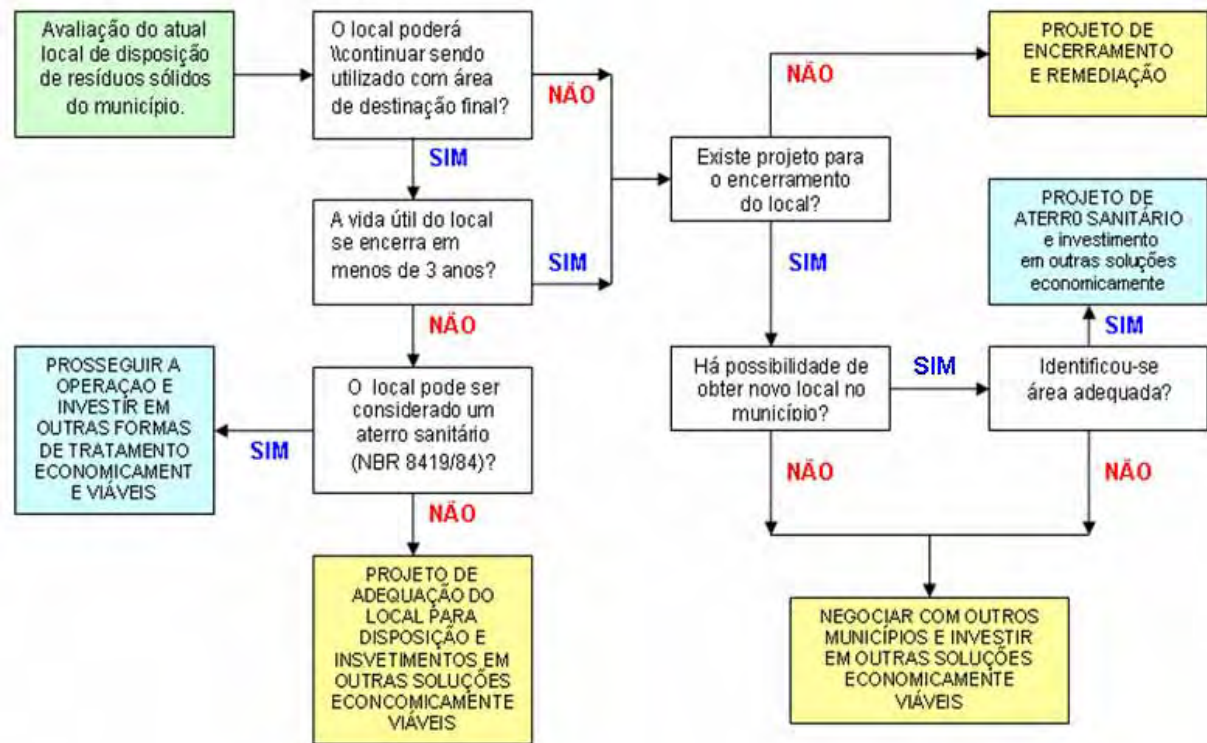


Figura 09 – Fluxograma de decisões sobre a destinação final de resíduos do município

Fonte: IPT e CEMPRE, 2000.

Com relação às alternativas apresentadas no fluxograma (IPT; CEMPRE, 2000), salienta-se que, muitas vezes, há necessidade de implantar três medidas básicas simultaneamente:

- a) **encerramento e remediação:** consiste no processo de reduzir ao máximo os impactos negativos causados pela deposição de resíduos ou término da vida útil do local. Quando for decidida, devem ser encerradas as operações no local e a área estabilizada com a aplicação de técnicas de remediação, como também deve ser definida de forma adequada a sua utilização no futuro;
- b) **adequação do aterro existente:** consiste no processo que visa o aperfeiçoamento progressivo da área de depósito dos resíduos sólidos de forma adequada, habilitando-o à condição de aterro sanitário, como disposição final ao longo de toda sua vida útil; e,
- c) **viabilização de novo aterro sanitário:** consiste em viabilizar um novo local para a implantação de um aterro sanitário, bem como a concepção e elaboração de projeto adequado a instalação, operação e encerramento futuro quando findar sua vida útil.

A análise preliminar do sistema de destinação final de resíduos sólidos em um determinado município, através deste procedimento indicado pela CETESB (IPT; CEMPRE, 2000), é uma ferramenta importante de orientação às decisões quanto às possíveis ações e encaminhamentos técnicos necessários à solução ou minimização da problemática diagnosticada.

3.4.5.4 Critérios para avaliação de áreas à implantação de aterro sanitário

Os estudos para viabilização da disposição final de resíduos sólidos em determinado município compreendem uma seqüência de avaliações para identificação e análise de aptidão de áreas para a sua implantação. Muitas vezes, a administração municipal já dispõe de algumas áreas, que minimizam custos e evitam demoras com desapropriação. Trata-se de áreas de interesse para recuperação (cavas de mineração, áreas de empréstimo, etc) ou locais indicados por estudos anteriores (IPT; CEMPRE, 2000).

São muitos os critérios que possibilitam a seleção de áreas mais compatíveis para a disposição final de resíduos sólidos urbanos na literatura estudada.

Para o IPT e CEMPRE (2000), a determinação das características dos meios físico, biótico e sócio-econômico de área adequadamente selecionada à instalação de aterro sanitário implica em menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, porém fundamentalmente significa menores gastos com preparo, operação e encerramento futuro do local. São destacados três aspectos anteriores a viabilização da área e a respectiva elaboração do projeto:

- associar a viabilização da área à elaboração do projeto de acordo com as condições particulares do município estudado e da pré-seleção de áreas adequadas à implantação da disposição final;
- manter a comunicação entre a municipalidade, o Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental e a população; e,
- adequar o empreendimento ao licenciamento ambiental, garantindo atendimento à legislação vigente.

Para Consoni e Tressoldi (1998) na etapa de levantamento de dados gerais, devem ser analisados os dados físicos e dados sócio-econômicos a partir da escala regional do local para que sejam identificadas áreas homogêneas, potencialmente recomendadas à instalação do empreendimento. E devem ser consideradas sob os seguintes aspectos:

- **geologia:** distribuição espacial e características do substrato, das litologias, principais feições estruturais presentes;
- **solos:** características e distribuição dos solos na região estudada, notadamente sobre teor de argila, espessuras, suscetibilidade à erosão, características de compactação como material de empréstimo;
- **relevo:** principais características das unidades geomorfológicas e demais processos da dinâmica externa atuantes na região;
- **águas subterrâneas e superficiais:** informações sobre os principais mananciais (locais e regionais) de interesse para o abastecimento público, qualidade natural, zonas de recarga, e áreas de inundação;
- **clima:** principalmente regime de chuvas, direção predominante e intensidade dos ventos;
- **aspectos da legislação específica:** informações sobre a legislação federal, estadual e municipal aplicáveis à região e local; e,
- **dados sócio-econômicos:** incluem vários aspectos como valor das terras, distância com relação aos centros geradores, infra-estrutura (malha viária, eletricidade, etc), uso e ocupação do solo.

A partir da ponderação desses aspectos e análise espacial integrada é possível identificar a zona homogênea mais apta, onde poderão ser posteriormente pré-selecionados locais para a instalação do empreendimento. Não existe um número máximo de locais ou áreas a serem pré-selecionadas, recomendam-se, no mínimo, três para uma investigação mais detalhadas, “in situ” e de simulações, utilizando modelos que permitam representar o meio considerado (CONSONI; TRESSOLDI, 1998).

A Tabela 07 alguns critérios mais utilizados para avaliação preliminar de locais à instalação de empreendimentos para disposição final de resíduos.

Tabela 07 – Critérios para priorização de áreas para instalação de aterro sanitário

| DADOS NECESSÁRIOS | CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS | | |
|--|-------------------------------|---|--|
| | Adequada | Possível | Não-recomendada |
| Vida útil | > 10 anos | < 10 anos (a critério do órgão ambiental) | |
| Distância do centro atendido | 5 – 20 km | | < 5 km e > 20 km |
| Distância de núcleos habitacionais | > 500 m | < 500 m | |
| Densidade populacional | Baixa | Média | Alta |
| Zoneamento ambiental | Áreas sem restrições no Z.A. | | Unidades de conservação ambiental e correlatas |
| Zoneamento urbano | Vetor crescimento mínimo | Vetor de crescimento intermediário | Vetor de crescimento principal |
| Uso e ocupação de terras | Devolutas ou pouco utilizadas | | Ocupação intensa |
| Valor da terra | Baixo | Médio | Alto |
| Aceitação popular e de entidades ambientais não governamentais | Boa | Razoável | Oposição severa |
| Distância aos cursos d'água (córregos, nascentes, etc) | > 200 m | < 200 m, com aprovação do órgão ambiental | |
| Declividade (%) | 3 ≤ declividade ≤ 20 | 20 ≤ declividade ≤ 30 | Declividade < 3 ou declividade > 30 |
| Profundidade do nível d'água | 3 m | 1,5 m | < 1,5 m |
| Condutividade hidráulica | 10^{-9} m/s ** | 5×10^{-7} m/s ** | $> 5 \times 10^{-7}$ m/s * |
| | 10^{-8} m/s *(desejável) | 5×10^{-7} m/s * | (medidas de contenção) |

(*) critérios aplicáveis a aterros de resíduos classe II

(**) critérios aplicáveis a aterros industriais classe I

Fonte: adaptado de Consoni e Tressoldi, 1998 e IPT e CEMPRE, 2000.

Para a viabilização das áreas ou locais pré-selecionados, após a análise dos critérios, é fundamental efetuar os trabalhos de campo “in situ”, com o detalhamento do levantamento de dados do meio físico, observações de superfície e investigações de sub-superfície. As análises e interpretação do conjunto de dados obtidos serão determinantes na pré-seleção de áreas tecnicamente mais aptas ou recomendadas à instalação de aterro sanitário.

Os aspectos da legislação e os financeiros devem ser considerados na região ou município estudado. No manual de gerenciamento integrado do IPT e CEMPRE (2000, p.276) há necessidade de identificar dentre as áreas pré-selecionadas, aquela que melhor possibilite:

a) menor potencial para geração de impactos ambientais:

- estar fora de áreas de restrição ambiental;
- aquíferos menos permeáveis;
- solos mais espessos e menos sujeitos aos processos de dinâmica superficial (erosão, escorregamentos, colapsos, etc);
- declividade apropriada;
- menor influência com fauna e flora;
- menor influência com vizinhança; e,
- distância das habitações, cursos d'água e rede de alta tensão;

b) maior vida útil para o empreendimento, ou seja, máxima capacidade de armazenamento de resíduos sólidos:

c) baixos custos de implantação e operação:

- menores gastos com infra-estrutura;
- menor distância da zona urbana geradora de resíduos;
- projetos menos complexos; e,
- disponibilidade de material de empréstimo.

Ao ser concluído o trabalho de identificação, deve-se elaborar alguns documentos técnicos que descrevam a área recomendada; as justificativas e providências necessárias à sua correta utilização e operação, de acordo com a tecnologia proposta, atendendo inclusive a legislação e normas da ABNT.

3.5 Políticas públicas, gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos

Segundo Philippi Jr. e Malheiros (2005), a ausência de políticas públicas de qualidade de vida e saúde reflete a exclusão social, pois contribui para a expulsão de parte da população para áreas deficientes em infra-estrutura de saneamento, moradia e saúde. A parcela, excluída da população, acaba por ocupar margens de córregos urbanos e de rodovias, constroem em morros de alta declividade e sujeitos à erosão, ocupar áreas de mananciais e o entorno de áreas de disposição final de resíduos.

Historicamente, foi a partir da década de 1980, que surgiu a preocupação com o resíduo sólido de forma integrada, ou seja, para cada tipo de resíduo busca-se um tratamento mais adequado. A concepção do gerenciamento de resíduos sólidos passa a considerar não só o tratamento e/ou a disposição de um determinado tipo de resíduo, mas todo o sistema integrado de resíduos (da coleta ao destino final). A partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro - Eco 92 foi oficializada a

postura política de minimização de resíduos sólidos gerados, desde a sua redução na fonte, passando pela reutilização (reuso) e reciclagem (TEIXEIRA, 2000).

Para Zanta e Ferreira (2003), as ações ou atividades do saneamento ambiental municipal são aquelas que inserem a gestão e o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos (GIRSU), tendo como principal objetivo propiciar a melhoria ou a manutenção da saúde pública da comunidade.

Os termos gestão e gerenciamento em geral, adquirem conotações distintas para grande parte dos técnicos que atuam na área de resíduos sólidos urbanos. Teixeira (2000) afirma que os conceitos gestão e gerenciamento são confundidos, e define o gerenciamento como um conjunto de ações e gestão como a política que rege estas ações. As ações de gerenciamento podem ser promovidas por meio de instrumentos em políticas de gestão. Milanez (2002) cita como instrumentos econômicos os tributos, subsídios ou incentivos fiscais; como instrumentos voluntários, as iniciativas individuais; e, como instrumentos de controle, as leis, normas e punições.

Zanta e Ferreira (2003) diferenciam a aplicação destes termos citando alguns exemplos. A prioridade na redução de resíduos ou a aplicação de uma determinada tecnologia de destinação final é uma tomada de decisão em nível de gestão. Para viabilizar esta tomada de decisão torna-se necessário estabelecer políticas públicas, que devem ser regulamentadas, em seus aspectos legais, econômicos, sociais e ambientais. Esta regulamentação determina a forma de gerenciamento do sistema adotado.

3.5.1 Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos (GIRSU)

A EPA (1989) cita que um gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos eficaz consiste naquele que completa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo do fluxo deles e com o mínimo de impactos sobre a saúde pública e meio ambiente. O sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos deve ser composto de alguns ou todos os seguintes componentes:

- redução de resíduos (incluindo reuso dos produtos);
- reciclagem de materiais (incluindo compostagem);
- recuperação de energia (por resíduo combustível); e,
- disposição final (aterros sanitários).

Para o IPT e CEMPRE (1998), o gerenciamento integrado de resíduos sólidos (GIRSU) tem as seguintes prioridades: coletar todo o lixo gerado; efetuar disposição final

adequada; buscar formas de tratamento de lixo com resultados ambientais e econômicos; e implantar programas de educação ambiental.

Segundo Monteiro et al. (2001), o estabelecimento do GIRSU em um determinado município requer a implantação de um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento. Devem constar como ações tanto as questões econômicas como as sócio-ambientais, as relacionadas à saúde, ao trabalho e à renda, ao planejamento urbano, entre outras. Portanto, o gerenciamento integrado implica tanto na busca de parcerias, lideranças da sociedade e das comunidades organizadas, empresas, universidades, como também na identificação de alternativas tecnológicas necessárias para reduzir os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos sólidos, o atendimento das aspirações sociais e aos aportes econômicos que possam sustentá-lo.

A Agenda 21, documento elaborado e assinado por mais de 170 países, no Rio de Janeiro – ECO 92, de acordo com Godim e Santos (2003), apresenta como proposições básicas para gerenciar os resíduos sólidos os seguintes programas:

- minimização da geração de resíduos;
- maximização de práticas de reutilização e reciclagem;
- implementação de sistemas de tratamento e disposição de resíduos, compatíveis com a preservação ambiental; e,
- extensão da cobertura dos serviços de coleta e destino final dos resíduos gerados.

Desta forma o fluxo dos resíduos sólidos deve ser considerado da geração até a disposição final, incluindo ações para a redução na fonte, o reaproveitamento, a reciclagem, a coleta seletiva, o tratamento e a disposição final, como parte integrante de um processo de gerenciamento integrado. Esta consideração aplica-se tanto para as administrações públicas como para as instituições privadas, nos princípios da gestão ambiental.

O GIRSU consiste na prática de utilizar diversas alternativas para solucionar o problema dos resíduos, de tal forma que o conjunto de sistemas a ser adotado possa ter sustentabilidade econômica, ambiental e social (BARCIOTTE, 1993 apud PHILIPPI JR.; AGUIAR, 2005).

3.5.2 Plano de gerenciamento integrado

Para o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2002a), o plano de gerenciamento

é um documento que apresenta a situação atual do sistema de limpeza urbana, com a seleção das alternativas mais viáveis, com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes sob os aspectos ambientais, econômicos,

financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

Para Zanta e Ferreira (2003), o plano de gerenciamento deve conter um diagnóstico da situação atual que apresente os aspectos institucionais, legais, administrativos, financeiros, sociais, educacionais, operacionais e ambientais do sistema de limpeza pública. Também deve apresentar as informações gerais sobre o município, que compreendem a coleta de dados sobre os aspectos físicos, climáticos, sócio-econômicos, de infra-estrutura urbana, da população atual, flutuante e prevista. Desta forma, após a sistematização dos dados, torna-se pode-se identificar os problemas, as deficiências e as lacunas existentes e suas prováveis causas.

Gerenciar os resíduos sólidos de forma integrada significa a adoção de um manejo (segregação na fonte geradora, coleta e transporte adequado) e, tratamento utilizando tecnologias compatíveis com a realidade local e destino final ambientalmente seguro, tanto no presente como no futuro. Porém ao mesmo tempo, deve-se desenvolver um trabalho de organização dos agentes envolvidos, catadores, vários setores geradores de resíduos, população e parceiros, por intermédio do poder público para garantir a implantação e manutenção do programa ambiental que a ser implantado.

3.5.3 Recuperação de áreas degradadas, *brownfields* e áreas contaminadas

Nos Estados Unidos, os imóveis vazios ou subutilizados passaram a ser chamados de *brownfields* e conceituados como instalações industriais e comerciais abandonadas, vagas ou subutilizadas por problemas reais ou suspeitos de contaminação ambiental (EPA, 1999 apud SÁNCHEZ, 2004).

Para Sánchez (2004), os *brownfields* não são apenas áreas contaminadas, mas todas em que possa ter ocorrido alguma contaminação ou apenas a sua suspeita para que sejam tomadas precauções.

Na falta de um termo mais apropriado na língua portuguesa, *brownfields* tem sido empregado como termo urbanístico. Salienta-se que este termo não deve ser confundido com o de área contaminada, bastando apenas que haja a percepção ou possibilidade de que um terreno esteja contaminado para dificultar sua reutilização (Sánchez, op. cit.).

A amplitude das áreas ocupadas e incluem áreas degradadas sobrepostas às áreas contaminadas. E os *brownfields* constituem um conjunto à parte, podendo-se dizer que alguns

brownfields constituem áreas contaminadas, porém nem toda área contaminada constitui-se um *brownfield*.

Este conceito pode ser aplicado às antigas cavas de mineração, como áreas degradadas pela atividade anteriormente desenvolvida no terreno, desta forma, estas áreas podem ser denominadas de *brownfields*.

A reutilização dessas áreas (cavas de mineração) depende da atual atividade desenvolvida no local e de análise mais complexa a cerca da problemática existente, contaminada ou não pela atividade desenvolvida e dos mecanismos de sua recuperação. Porém salienta-se que a aplicação deste termo a essas áreas cumpre indicar que *brownfields* requerem ações de recuperação para sua reutilização, sendo o caso das cavas de mineração.

Para o entendimento da aplicação de ações específicas para a recuperação de áreas de áreas ocupadas (por qualquer atividade antrópica), cita-se Bitar (1997) apud Consoni (2001), que relaciona o conhecimento de alguns conceitos às terminologias que podem ser aplicadas:

- a) **restauração:** termo associado à idéia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção;
- b) **recuperação:** termo associado à idéia de devolver as condições ambientais próximas às condições anteriores à intervenção, ou seja, devolver ao local o equilíbrio dos processos ambientais ali atuantes antes da intervenção;
- c) **reabilitação:** termo associado à idéia de que o local alterado deverá ser destinado ao uso de solo compatível com a ocupação na vizinhança, ou seja, a área ser reaproveitada para outra finalidade ou uso (ex: um lago em antiga área de mineração);
- d) **remediação:** termo associado à métodos que envolvem o uso de técnicas de tratamento que visam eliminar, neutralizar, imobilizar, confinar ou transformar elementos ou substâncias contaminantes presentes, e assim, alcançar a estabilidade química do ambiente. Designa ações de recuperação ambiental em áreas contaminadas. O termo mitigação também vem sendo utilizado na acepção da palavra.

Sánchez (2004) utiliza revitalização para designar um conceito mais amplo de recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas, e aplicá-lo as áreas designadas *brownfields*. Salienta que o termo difere de remediar uma área contaminada, e apresenta-se inserido na legislação brasileira, na prática da mineração, em obras civis, em áreas de pastagem degradadas e na recuperação de vegetação ciliar. Desta forma, a revitalização é a

reabilitação de um *brownfield* que muitas vezes é uma área contaminada, que poderia ser remediada até o ponto em que é seguro o novo uso pretendido (Figura 10).

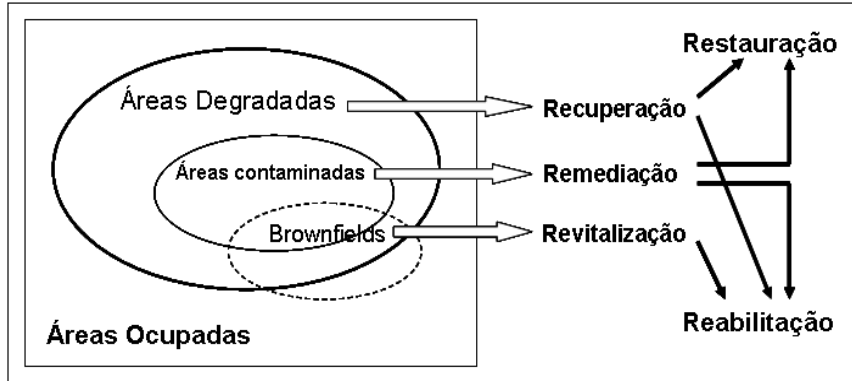


Figura 10 – Diagrama esquemático da revitalização de *brownfields*

Fonte: Sánchez, 2004.

No Estado de São Paulo, destaca-se que no caso de áreas com indícios de contaminação, a CETESB (2003?) indica que deve ser efetuada uma investigação confirmatória. Este procedimento tem por objetivo confirmar ou não a existência de contaminação, ou seja, confirmar a presença ou não de substâncias que possam causar poluição e verificar a necessidade de uma investigação detalhada. A metodologia confirmatória consiste basicamente nos seguintes procedimentos técnicos: elaboração de um plano de amostragem; execução de sondagem; coleta e análise de amostras e interpretação dos resultados obtidos por profissionais especializados.

A CETESB destaca-se no gerenciamento de áreas contaminadas, tendo sido elaborado um manual para verificação de áreas contaminadas, e tem exigido ações efetivas para a regularização de áreas contaminadas por postos de abastecimento de combustível.

3.6 Aspectos da legislação e da gestão dos resíduos sólidos

A Constituição Federal determina as instituições responsáveis pelos resíduos sólidos urbanos e perigosos, no âmbito nacional, estadual e municipal, através dos seguintes artigos:

- Incisos VI e IX do art.23, que estabelecem ser de competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico;
- Incisos I e V do art. 30, que estabelecem como atribuição municipal legislar sobre os assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos, como é o caso da limpeza urbana; e.
- Inciso I, no art.30, referindo-se à competência para o licenciamento de atividades poluidoras, e ao controle ambiental, estabelece a principal competência legislativa

municipal, na qual: “legislar sobre assuntos de interesse local”, e assim, dirimir conflitos entre a legislação municipal, estadual e federal (MONTEIRO et al., 2001, p.1)

Tradicionalmente, o que ocorre no Brasil, é a competência do município sobre a gestão dos resíduos sólidos produzidos em seu território, com exceção dos industriais, mas incluindo-se os provenientes dos serviços de saúde. Quanto à competência para o licenciamento de atividades poluidoras e ao controle ambiental, Monteiro et al. (2001, p.2), menciona novamente o art.30 da Constituição Federal:

- Inciso I, art.30, que estabelece a principal competência legislativa municipal, qual seja: “legislar sobre assuntos de interesse local”, e dá, assim o caminho para dirimir aparentes conflitos entre a legislação municipal, a federal e a estadual.

Além da Constituição Federal, o Brasil já dispõe de uma legislação ampla (leis, decretos, portarias, etc.), porém segundo Zanta e Ferreira (2003) verificam-se ausência de diretrizes claras, sincronismo e integração entre as fases que compõem o sistema de gestão e dos diversos órgãos envolvidos na elaboração e aplicação das leis, que dificultam o seu cumprimento.

Segundo Grimberg (2004) ainda se encontra em tramitação na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei (PL 203) de 1991, referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no qual são estabelecidos princípios, objetivos e instrumentos, bem como normas e diretrizes para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no país.

De acordo com Braga e Carvalho (2002), este instrumento prevê a criação do Fundo Nacional de Resíduos Sólidos, com receita prevista na lei orçamentária anual, para viabilizar a cooperação técnica e financeira entre as unidades da federação. Tem ainda como objetivos apoiar a recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos e a capacitação técnica de gestores de resíduos sólidos.

Grimberg (2004) cita como fato mais importante da implementação da PNRS, a definição do papel do Estado na direção do desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável. O projeto está sendo debatido por inúmeros setores sociais interessados em função, principalmente, na institucionalização de leis que resultem em mudanças na situação dos resíduos sólidos em nível federal, estadual e municipal. Portanto, deverá ser regulamentado não apenas os sistemas de tratamento de todos os resíduos gerados, mas também a instituição de responsabilidades bem definidas, para todos os tipos de resíduos.

Segundo Queiroz (2006), o relatório final do PL 203/91 foi aprovado no dia 21 de junho, porém foi anulado pelo Presidente da Câmara, que acatou os argumentos apresentados em “Questão de Ordem”, ou seja, um deputado não pode ser relator de matéria do qual seja autor. Deverá ser nomeado novo relator da matéria.

A demora e dificuldades na aprovação da PNRS pode acontecer em função deste instrumento ser um grande regulamentador dos resíduos sólidos no Brasil.

Cabe ressaltar que a proposta de planejamento integrado e compartilhado do gerenciamento dos resíduos sólidos está previsto na recente Lei nº 12.303, de 16 de março de 2006 (SÃO PAULO, 2006), que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, que os municípios paulistas deverão adotar como instrumentos de gestão ambiental.

3.6.1 Formas de administração municipal

A Constituição Federal, em seu art. 30, inciso V, dispõe sobre a competência dos municípios

em organizar e prestar, diretamente ou indiretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o transporte coletivos, que tem caráter essencial (BRASIL, 1988).

Para Monteiro et al. (2001), o que caracteriza interesse local é a predominância do interesse do Município sobre os interesses do Estado ou da União. Portanto, os serviços públicos essenciais são de sua competência, e entre esses, os serviços relacionados ao sistema de resíduos sólidos urbanos ou da limpeza pública. Em todos os seguimentos operacionais do sistema, deverão ser selecionadas alternativas que atendam simultaneamente duas condições fundamentais, seja a mais econômica e tecnicamente correta para o ambiente e saúde da população.

O sistema de resíduos sólidos urbanos (ou limpeza municipal) pode ser administrado de forma direta pelo município ou indiretamente através de: empresa pública específica ou empresa de economia mista (criada para esta função). Mas independente disso, os serviços prestados podem ser por meio de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada, que podem ainda ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações do sistema (MONTEIRO et al., op. cit.)

Os consórcios entre municípios se apresentam como outra opção, principalmente com relação à disposição final de resíduos sólidos, pois exige muitos investimentos e áreas

suficientes e tecnicamente adequadas a sua instalação. Esta forma de administração tem sido utilizada principalmente em regiões metropolitanas (IPT; CEMPRE, 2000).

A forma de administração a ser utilizada deve basear-se na escala da cidade, nas características demográficas, econômicas e urbanísticas e, peculiaridades de renda, de cultura e de sociedade. (MONTEIRO et al., 2001).

3.6.2 Instrumentos urbanísticos

Existem três vertentes legislativas importantes citadas por Philippi Jr, Romero e Bruna (2004) que indicam instrumentos para a gestão do sistema de resíduos sólidos urbanos:

- a primeira, de ordem política e econômica, que estabelece as formas legais de institucionalização dos gestores do sistema e as formas de remuneração e cobrança dos serviços;
- a segunda, o estabelecimento de um código de posturas, que orienta, regula, dispõe os procedimentos e comportamentos corretos por parte dos contribuintes e dos agentes de limpeza urbana, definindo inclusive processos administrativos e penas de multa; e,
- a terceira, compõe o aparato legal que regula os cuidados com o meio ambiente de um modo geral no país e, em especial, o licenciamento de atividades que apresentem risco para a saúde pública e para o meio ambiente.

A legislação brasileira estabelece responsabilidades para cada tipo de resíduo, porém os municípios acabam assumindo responsabilidades adicionais. E, geralmente, as normas federais e estaduais são mais restritivas que as municipais, as quais deveriam ser mais exigentes conforme a especificidade ambiental de cada lugar.

Na esfera municipal, além da Lei Orgânica Municipal e do Plano Diretor, existem outros instrumentos urbanísticos que devem assegurar uma adequada gestão urbana: lei de uso e ocupação do solo (zoneamento); lei de parcelamento do solo urbano; código de obras e código de posturas municipais (BRAGA; CARVALHO, 2002).

Braga e Carvalho (op. cit.) citam a lei de zoneamento municipal (uso e ocupação do solo) como um instrumento fundamental na política municipal de meio ambiente. Sua aplicação como instrumento de gestão de resíduos sólidos, deve conter diretrizes básicas, tais como:

- indicação de áreas mais adequadas (tanto por critérios ambientais como urbanísticos) para a localização das instalações de disposição final e de tratamento de resíduos sólidos; pode-se prever que atividades que trabalham com resíduos sólidos utilizem lotes maiores com menores taxas de ocupação e recuos maiores para evitar incômodos à vizinhança;
- proibição do adensamento urbano junto às áreas destinadas à disposição e tratamento de resíduos; e,
- proibição da ocupação em áreas de aterro de resíduos urbanos com resíduos nocivos.

O Código de Posturas é um instrumento cuja importância urbanística tem sido deixada à parte na gestão de resíduos sólidos urbanos. Segundo Braga e Carvalho (2002) sua institucionalização garante importantes regulamentações. Para compor este instrumento são sugeridos cinco grupos temáticos:

- higiene e utilização do espaço público, normas de limpeza e drenagem de logradouros, condições de trânsito, limpeza e conservação de terrenos, muros e passeios, cemitérios e estradas municipais rurais;
- funcionamento dos estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços, diversões públicas, comércio ambulantes e feiras livres;
- regulamentação da publicidade e propaganda;
- higiene pública, dos alimentos e dos estabelecimentos; e,
- conservação do meio ambiente: disposições sobre arborização de logradouros, conservação de parques e jardins, sistema de esgotos sanitários, escoamento das águas pluviais, atividades ruidosas, inflamáveis, explosivos e químicos, atividades de mineração sujeitas ao licenciamento pela administração municipal e medidas referentes aos animais.

Além de estabelecer normas de conduta, ainda segundo Braga e Carvalho (op. cit.), o Código de Posturas Municipal, deve definir as infrações e fixar as respectivas sanções (multas) para o descumprimento. Sendo que no caso dos resíduos sólidos devem ser estabelecidas normas e disciplinas prioritariamente para:

- o acondicionamento e disposição coleta (regular, seletiva ou especial);
- a disposição e remoção de entulhos em logradouros públicos (vias, calçadas, etc.); e,

- os terrenos baldios, dispendo sobre seu fechamento e limpeza, e coibir os depósitos clandestinos de resíduos; e, ainda, exigir do comércio ambulante e feiras livres à coleta e disposição final adequada dos resíduos gerados.

3.6.3 Licenciamento ambiental

Primeiramente é importante salientar que as instalações de tratamento e disposição final de resíduos sólidos estão sujeitas ao licenciamento ambiental, devendo atender as Resoluções do CONAMA, e demais legislações, resoluções e normas estaduais e municipais. No caso do Estado de São Paulo, existem as resoluções da SMA e respectivas normas da CETESB.

De acordo com Braga e Carvalho (2002), os órgãos ambientais das Unidades da Federação costumam incluir como condicionantes na emissão das licenças para a implantação de disposição de resíduos sólidos, os seguintes procedimentos:

- existência de poços de monitoramento da água subterrânea (aterros);
- cobertura diária (aterros);
- monitoramento contínuo ou não, dos poluentes atmosféricos; e,
- proibição de incômodos à vizinhança por odor e/ou ruído.

E sugerem o desenvolvimento de estudos preliminares para viabilizar a melhor forma de tratamento e disposição final de resíduos, tais como:

- conhecer do problema (visitas técnicas de inspeção nos locais de disposição final);
- levantamento de dados dos municípios (lei de uso e ocupação do solo, população urbana, comércio de recicláveis e utilização na região, orçamento municipal, áreas disponíveis para tratamento e disposição dos resíduos, etc.); e,
- levantamento dos dados históricos e atuais da limpeza urbana; entre outros.

O CONAMA considera que a destinação inadequada de resíduos sólidos constitui ameaça à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações. Justifica que os municípios de pequeno porte apresentam inúmeras dificuldades na implantação e operação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos e, estabelece critérios diferenciados para esses municípios a partir da Resolução nº 308/2002:

- em seu art. 1º estabelece critérios e procedimentos diferenciados para o licenciamento ambiental e para obras de recuperação de áreas degradadas em

municípios de pequeno porte (população de 30 mil habitantes e geração diária de até 30 toneladas); e,

- em seu art. 5º e parágrafo único, concede ao órgão ambiental o poder de dispensar o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, aos empreendimentos de disposição final de resíduos sólidos para municípios de pequeno porte, desde que por estudos técnicos fique constatado que o empreendimento não causará significativa degradação ao meio ambiente.

No Estado de São Paulo, a Resolução SMA nº 51, de 25/07/1997 (SÃO PAULO, 2003), dispõe sobre o licenciamento pela CETESB de forma simplificada para:

- aterros sanitários e usinas de reciclagem e/ou compostagem de resíduos sólidos domésticos, operadas por municípios em quantidade igual ou inferior a 10 toneladas por dia, desde que não estejam localizados em áreas de interesse ambiental ou em qualquer das situações relacionadas na listagem constante do Anexo desta Resolução.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Município de Estiva Gerbi

O Município de Estiva Gerbi possui 73,9 km², destes 66,9 Km² corresponde a área rural, e 7 Km² corresponde a área urbana. Localiza-se na região leste do Estado de São Paulo, e está inserida nas folhas topográficas na escala 1:50.000, IBGE. Folhas topográficas: Mogi Guaçu SF-23-Y-A-III-3 e Aguaí SF-23-Y-A-III-1 (BRASIL, 1972). Os municípios limítrofes são: Mogi Guaçu e Espírito Santo do Pinhal.

Suas principais drenagens são: o Córrego dos Ypês, o Ribeirão Anhumas e o Rio Oriçanga. O município de Estiva Gerbi está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-09), que correspondente a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (GOMES, P., 2003). O Sistema de Gerenciamento por Bacias Hidrográficas (Lei Estadual nº 7.663/91), é efetuado através do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH - Mogi) que hierarquiza os planos de Trabalho do FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) para atendimento das necessidades levantadas na região. Este sistema permite que os municípios recebam recursos financeiros desde que apresentem planos de trabalho para a viabilização dos empreendimentos necessários e propostos.

O município pertence à Região Administrativa de Campinas (RA5), conforme mostra a Figura 11 e localiza-se à 69 km de Campinas, com acesso no km 178 da Rodovia SP 340.

4.1.1 Origem e desenvolvimento

O município teve sua origem com o povoado de São José no vale do Rio Mogi Guaçu, e relaciona-se à origem do município de Mogi Guaçu, do qual se emancipou em 1992.

O nome Estiva que designou o atual município, deriva dos pavimentos gradeados, de madeira, colocados sobre terrenos alagadiços e pantanosos, e que visavam a facilitar a construção de ferrovias. Como havia muitas estivas ao longo das margens do rio Oriçanga, optou-se pela junção do nome do bairro com o da família proprietária da olaria, ao redor da qual, aliás, nasceu o povoado. A composição dos dois nomes, Estiva Gerbi, além de associar à lembrança da estação ferroviária à uma homenagem a família italiana, também a diferencia da cidade de Estiva em Minas Gerais (SÃO PAULO, 199-).

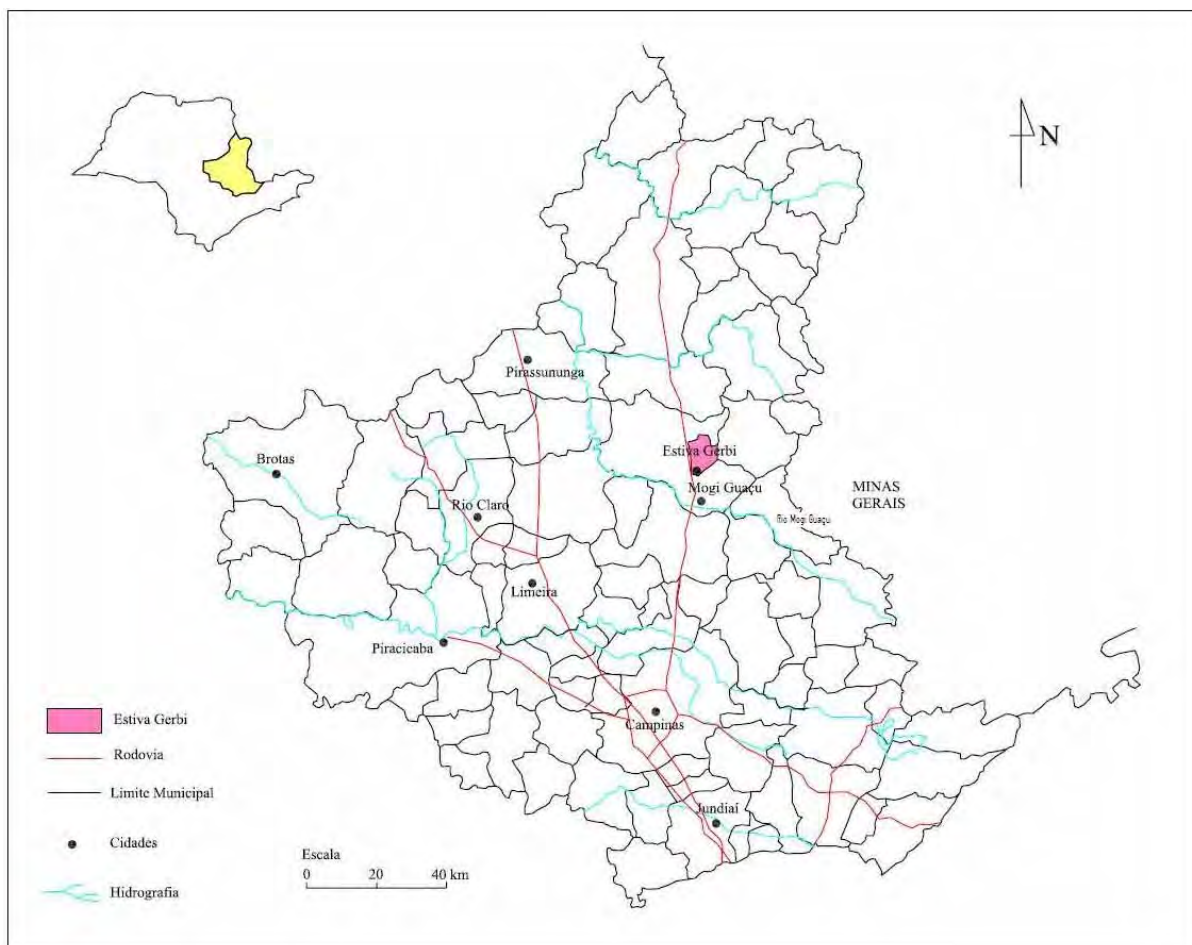


Figura 11 – Localização do Município de Estiva Gerbi na Região Administrativa de Campinas.

Fonte: adaptado de Brasil, 2006.

4.1.2 Aspectos demográficos, econômicos e administrativos

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (BRASIL, 2006), o município de Estiva Gerbi tem o seguinte perfil de sua população:

- população residente na área urbana: 7.642 habitantes;
- população residente na área rural: 1.214 habitantes;
- população total: 8.856 habitantes;
- densidade demográfica : 119,17 hab/km; e,
- população estimada (2005): 10. 233 habitantes;

A economia do município baseia-se principalmente na Indústria Cerâmica, de Refratários, de Produtos Químicos, Papel e Embalagem e atividade agropecuária (ESTIVA GERBI, 2004a). Em 2005, a Indústria Cerâmica Gerbi, encerrou suas atividades e dispensou

muitos funcionários, o que provocou um alto índice de desemprego, muitos encontraram colocação apenas como trabalhadores temporários nas safras agrícolas da região.

O município atualmente tem assumido uma característica peculiar, através do turismo religioso. A Associação Rosa Mística e vinculada à Igreja Católica, estimula o chamado turismo religioso. Em média 6 a 8 mil fieis da região se fazem presentes nas celebrações realizadas uma vez por mês pelo pároco local. Em função do grande número de pessoas que visitam o município para a prática religiosa, houve desenvolvimento e manutenção do comércio local. Além das festas, procissões e liturgias, esta Associação também promove outros eventos (Festa do Peão, passeios de moto), e recebe apoio da administração municipal. Porém, o aumento da população nos dias desses eventos interfere na infra-estrutura dos serviços prestados (limpeza pública), pois gera mais consumo e, conseqüentemente, mais resíduos sólidos.

O Cadastro Municipal indica que o município possui: catorze (14) indústrias, sessenta e dois (62) estabelecimentos comerciais, catorze (14) estabelecimentos de prestação de serviços cadastrados e duas (2) agências bancárias.

A administração municipal está estruturada a partir dos seguintes departamentos: Água e Esgoto; Obras e Serviços Municipais; Saúde; Educação e Cultura; Esportes e Turismo; Ação Social; e, Administração e Finanças.

4.1.3 Características geoambientais

O município de Estiva Gerbi está inserido no regime climático de transição entre o muito úmido subtropical, com estações secas marcantes (Mu-Cw), com as temperaturas médias no verão girando em torno de 24°C e as temperaturas mínimas próximas de 16°C. Os totais mensais de chuvas, levantados pelas estações e postos meteorológicos da região, mostram que as máximas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e as mínimas, nos meses de junho, julho e agosto sendo sua precipitação média anual em torno de 1300 mm/ano (SETZER, 1976 apud CÂNDIDO, 2004).

Segundo o mapa geomorfológico do IPT (1981a), o município de Estiva Gerbi situa-se regionalmente na transição entre dois domínios geomorfológicos: Depressão Periférica e Planalto Atlântico, sendo os limites desses terrenos coincidentes com o contato do Embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Paraná. A geomorfologia local encontra-se inserida na Depressão Periférica, na zona do rio Mogi Guaçu. Neste encontra-se relevo de

degradação em planaltos dissecados, sendo relevos colinosos com predominância de baixa declividade (até 15%) e pertencem a duas classes: 212 colinas amplas e 213 colinas médias.

Quanto aos aspectos geológicos, a unidade de maior ocorrência no município é a Formação Aquidauana, com destaque para a presença de lamitos, que afloram praticamente em toda a área. Secundariamente, ocorrem arenitos interdigitados com os argilitos, restritos à porção leste da área urbana. As coberturas cenozóicas (outra unidade geológica), ocorrem discordantemente sobre a Formação Aquidauana. Os fundos de vales apresentam depósitos aluvionares, com argilas e areias inconsolidadas de várias colorações. Os aluviões merecem destaque, pois são ocupados por parte da área urbana de Estiva Gerbi (CÂNDIDO, 2004).

A origem e desenvolvimento do município ocorreram em grande parte em função da argila denominada “Taguá”, existente em sua área territorial. A atividade de exploração deste bem mineral trouxe como consequência para o município um passivo ambiental, apresentando diversas áreas degradadas, compostas por cavas (secas e submersas) e pilhas de bota-fora, e em sua maioria utilizadas de forma inadequada, inclusive agravando os impactos ambientais. As lavras de argila e argilitos no município são classificadas como à céu aberto e ocupam grandes áreas urbanas (MASCARENHAS, 1989, apud CÂNDIDO; ZAINÉ, no prelo). A foto aérea (2000) mostra diversas cavas de mineração abandonadas no município e as próximas à sede urbana (Figura 12).

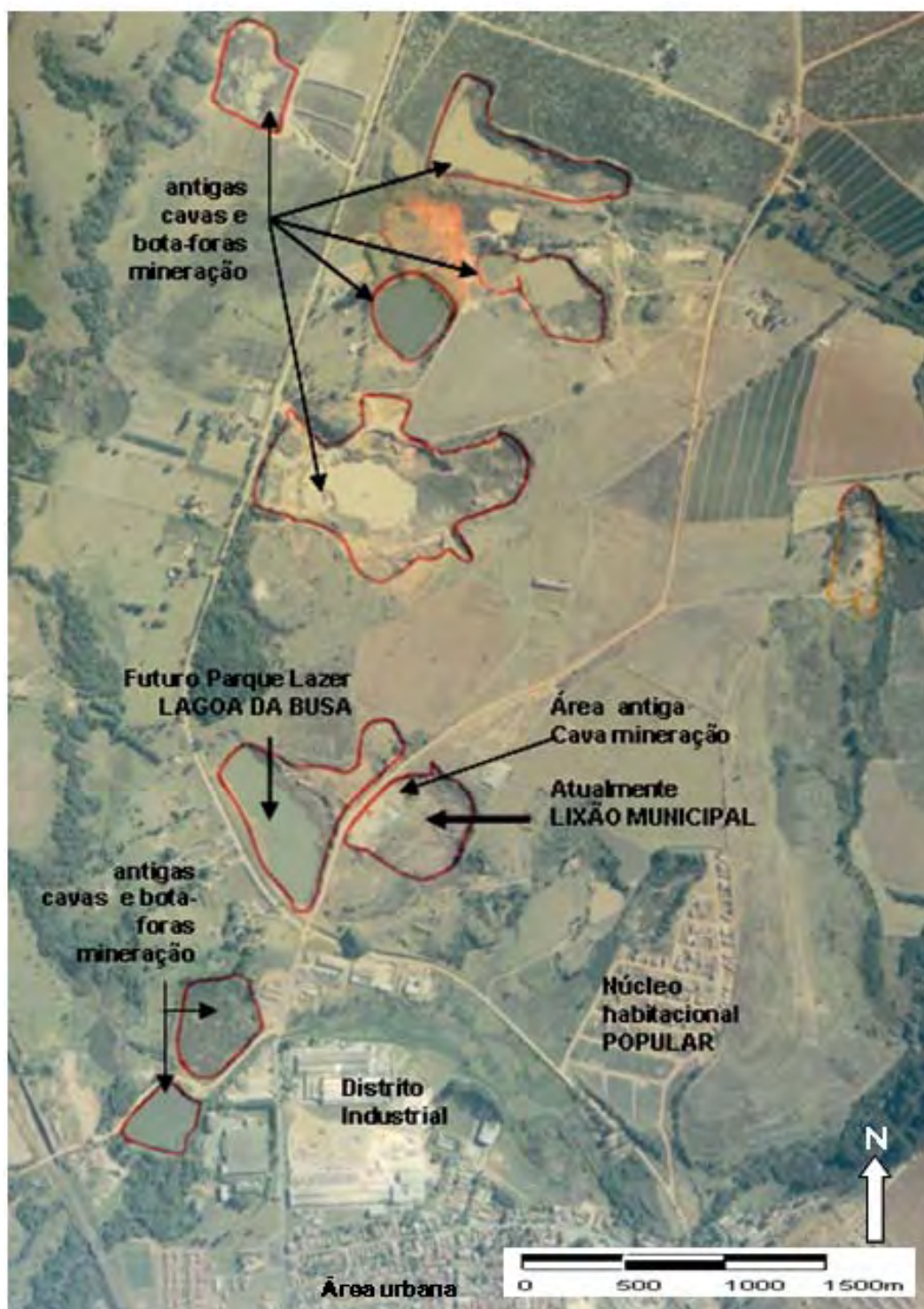


Figura 12 – Foto aérea (2000) com panorama das cavas de mineração, próximas à área urbana – Unidade VI.

Fonte: adaptado de CÂNDIDO, 2004.

4.2 Caracterização e fluxo do sistema de resíduos sólidos urbanos

Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos na seqüência apresentada pela base teórica da revisão bibliográfica, associados aos sistemas existentes e analisados no município estudado: sistema de resíduos sólidos urbanos; sistema de limpeza pública; sistema de coleta e transporte; estimativas da geração atual e futura; e, sistema de destinação final.

Os resíduos sólidos no município de Estiva Gerbi encontram-se da seguinte forma, conforme literatura específica:

- a) **produção/geração:** 3,6 toneladas/dia (CETESB, 2006);
- b) **esfera administrativa:** municipal (ESTIVA GERBI, 2004a);
- c) **orçamento municipal:** entre 10 e 15%, destinados à limpeza urbana e/ou coleta, sendo a forma de cobrança dos serviços prestados através de taxa integrada ao IPTU (GOMES P., 2003);
- d) **domicílios urbanos atendidos pela coleta regular:** 99,39% (IBGE, 2000);
- e) **sistema de limpeza pública:** atende toda a área urbana;
- f) **formas do sistema de coleta pública** (ESTIVA-GERBI, op. cit.):
 - coleta regular ou convencional (resíduos domésticos);
 - coleta especial (resíduos da construção civil e de podas e campinas);
 - coleta de serviços públicos (resíduos de varrição, limpeza urbana); e,
 - coleta de serviços de saúde (resíduos de fontes especiais); e,
- g) **destinação final:** administração municipal direta, apresentando condições inadequadas; IQR 2005 – 4,0 (CETESB, op. cit.).

O sistema de resíduos sólidos urbanos no município (serviços de limpeza pública, coleta e destinação final) é efetuado diretamente pela administração municipal, sendo atribuição do Departamento Municipal de Obras e Viação (DOS), com exceção dos resíduos sólidos de serviços de saúde, os quais são gerenciados pelo Departamento Municipal de Saúde (DS) e efetuados por empresa especializada contratada.

4.2.1 Sistema de limpeza urbana

Os serviços de limpeza pública urbana no município de Estiva Gerbi, no período de janeiro à abril de 2005 foram efetuados de forma emergencial, exceto os relacionados aos sistema de coleta, transporte e destinação final. A prioridade na execução destes serviços foi definida através do princípio da necessidade, pois o sistema adotado anteriormente era

terceirizado (empresa de mão de obra contratada) e seu contrato foi encerrado nos primeiros meses de início da atual administração.

A partir do mês de maio, foi institucionalizada por Lei Municipal, a Frente Emergencial de Serviços, que estabeleceu a contratação de trabalhadores desempregados para suprir a deficiência de mão-de-obra. Desta forma, os serviços foram reorganizados e equipados para o seu funcionamento.

Segundo informações do DOS, como prioridade foi efetuada a limpeza pública geral de todos os bairros. Para a execução dos serviços foi utilizado o sistema de mutirão de limpeza (equipe de 20 trabalhadores) por bairros. Foram efetuados os serviços de varrição, poda, capina e raspagem, de guias e sarjetas, praças e jardins e estabelecimentos públicos, como também executados os serviços de limpeza de dispositivos de captação de águas pluviais, em pontos específicos. Para a retirada dos resíduos gerados foi utilizado um caminhão municipal, os quais foram encaminhados à mesma área utilizada como depósito da coleta pública regular (lixão municipal).

Atualmente, os serviços de limpeza urbana apresentam-se divididos da seguinte forma:

- a) serviços de varrição de ruas e logradouros públicos** (guias e sarjetas, praças, cemitério e feiras livres):
- a área urbana foi dividida em sete (7) setores, onde cada setor tem uma equipe de trabalho composta por dezoito (18) funcionários; distribuídos em duplas para efetuar os serviços;
 - são efetuados em dupla, onde um dos trabalhadores faz a varrição e acumula os resíduos na guia ou calçada e o outro trabalhador recolhe e armazena no carinho manual;
 - serviços iniciam-se na 2ª feira, com um roteiro pré-estabelecido de acordo com a necessidade verificada pelo encarregado geral do DOS;
 - a varrição e limpeza das feiras públicas, é efetuada por dois (2) trabalhadores, sendo realizadas aos sábados e domingos; e,
 - os equipamentos (vassouras, carrinho coletor) são distribuídos por equipe e setores, sendo os mesmos retirados no pátio municipal no início de cada jornada de trabalho.

b) serviços de limpeza e manutenção dos sistemas de saneamento público (bocas de lobo, galerias de águas pluviais, canais de drenagem urbana, pintura de guias e sarjetas):

- composta por uma equipe de quatro (4) trabalhadores, divididos em duplas de trabalho atuando em sistema de revezamento de acordo com a prioridade estabelecida de necessidade do tipo de serviço;
- os equipamentos utilizados são armazenados no próprio local e os de pintura são armazenados no pátio municipal; e,
- dos trabalhadores contratados pela Frente de Serviços, seis (6) deles, que trabalham em sistema de revezamento.

Segundo as informações do DOS e verificação in loco, não existe um plano de varrição, delimita-se apenas os setores e equipe responsável. Como também os serviços de limpeza são efetuados de acordo com a necessidade, não apresenta um controle dos serviços executados.

4.2.2 Sistema de coleta e transporte

Na administração municipal anterior o sistema de coleta era executado através de contrato tercerizado (empresa - mão de obra) e o caminhão compactador municipal era utilizado para transporte da coleta até seu destino final. Atualmente, os serviços deste sistema são efetuados por administração direta através da Frente de Serviços, sendo realizados os seguintes tipos de coleta:

- coleta domiciliar (regular ou convencional);
- coleta domiciliar especial e de serviços públicos; e,
- coleta de fontes especiais, com exceção da coleta de serviços de saúde que é gerenciada pelo Departamento de Saúde e efetuada por empresa contratada.

A coleta seletiva não é realizada no município por sistema municipal, porém catadores coletam matérias nas ruas da cidade, além de efetuarem a coleta e triagem na área do lixão municipal. E a atual administração municipal está interessada em desenvolver a coleta seletiva no município.

4.2.2.1 Coleta domiciliar

Na coleta domiciliar (regular ou convencional) são coletados os resíduos gerados nas residências, comércios, prestadores de serviços e nas repartições públicas; com também os resíduos depositados nas lixeiras públicas isoladas.

Para a execução dos serviços é utilizado um caminhão compactador basculante, modelo Ford F 12.000, ano 2002, com capacidade de aproximadamente 8,4 m³ (3 m.comp. x 1,4 m alt x 2,08 larg.), de propriedade da administração municipal, e encontra-se em bom estado de conservação.

A equipe de coleta é composta por um (1) motorista e dois (2) trabalhadores da frente de serviços.

O sistema de coleta domiciliar é semanal e divide-se da seguinte forma:

- a)** coleta regular - três vezes por semana (2^a, 3^a e 5^a feira):
 - resíduos domiciliares, com roteiro pré-estabelecido de 42 km percorridos por dia, correspondente ao total das vias da sede urbana;
 - 2 viagens por dia da semana, com exceção feita às segundas-feiras, devido ao volume ser maior, ou seja, relativo ao intervalo do final de semana; e,
- b)** coleta regular - 1 vez por semana (3^a feira):
 - os resíduos domiciliares das lixeiras públicas isoladas;
 - percurso de 40 km por dia em uma única viagem, com o seguinte itinerário:
 - rua Comendador Lourenço Gerbi (lixeira em frente à empresa Produtos Químicos Guaçu e Gerbi Pescados);
 - no Bairro Ramalho e Fazenda Helô (lixeiros na zona rural);
 - nas Chácaras de Recreio: Primavera, Califórnia, Bairro Palermo, Paraíso do Orissanga; e,
 - na SP- 340 na zona rural do Itaquí (em frente ao Restaurante Trevisan.

A Figura 13 mostra a coleta domiciliar sendo efetuada nas ruas do município.



Figura 13 – Foto da coleta de domiciliar (regular), em 27 de abril de 2005.

O roteiro de 42 km estabelecido previamente pelo DOV, inicia-se no Bairro São José, e vai para região central da cidade, sendo esta região atendida nas primeiras horas da manhã e percorre todas as ruas do município até completar a capacidade do caminhão. Após a coleta efetuada em cada uma das viagens, os resíduos são depositados na área do lixão municipal (Figura 14).

Para a conclusão do itinerário são efetuadas duas (2) viagens, com exceção das segundas feiras, em que são necessárias três viagens para a coleta. Sempre no caso da segunda viagem, o itinerário é determinado pelo tempo restante até o horário de almoço de funcionários.

Geralmente a primeira viagem se completa num período de três horas e meia, ou seja, às 11:30 h., e percorre cerca de 13 a 14 km. Caso o tempo para o início e término da segunda viagem ultrapasse o horário de almoço dos funcionários, a coleta é interrompida e retorna-se apenas no período da tarde para finalizar os 29 ou 28 km restantes do total do percurso da área urbana, ou seja, os 42 km previstos.

A Figura 14 mostra o caminhão compactador descarregando os resíduos coletados na área de depósito.



Figura 14 – Foto do depósito de resíduos no lixão municipal, em 27 de abril de 2005.

O roteiro de coleta de resíduos domiciliares inicia-se pelo ponto mais distante, e mais alto do município, o que facilita o percurso do caminhão (cheio para vazio, de lugares mais altos para os mais baixos), e as distâncias diminuem gradativamente até o local de destinação final. Assim, atende as condições impostas pelo percurso e minimiza gastos com a manutenção do veículo.

Um ponto que requer análise mais específica é a interrupção da coleta no horário do almoço, pois envolve o costume da própria cidade e o ritmo de vida, mas pode influir no custo benefício dos serviços públicos. Este fato ocorre quando há necessidade de uma terceira coleta (geralmente às segundas-feiras), a carga não se completa em função do horário determinado para o almoço. Este fato no momento não se caracteriza como um grande problema, pois é pequena a área territorial urbana, os serviços são executados satisfatoriamente e o veículo encontra-se em bom estado. Porém, deve-se avaliar este fato perante as condições de crescimento do município e do aumento da geração de resíduos sólidos urbanos.

4.2.2.2 Coleta domiciliar especial e de serviços de limpeza pública

Na coleta domiciliar especial, os resíduos coletados são os da construção civil (entulhos) juntamente com os resíduos de podas e capinas. Esta coleta é efetuada uma vez por mês, prevista em calendário municipal (Apêndice A), da seguinte forma:

- quatro setores agregando bairros próximos;
- para execução dos serviços dispõe de um (1) motorista, um (1) operador de pá carregadeira e um (1) funcionário de apoio; e, utiliza um caminhão basculante; e
- os resíduos coletados são destinados ao lixão municipal.

Os setores atendidos e respectivo calendário dos serviços de coleta domiciliar especial são divulgados por folheto informativo à população, onde estão definidas as datas de coletas de acordo com os bairros como todas as informações pertinentes ao funcionamento do sistema.

Os resíduos devem ser colocados na calçada na semana da coleta pelo município. Segundo informações dos funcionários municipais, não se têm controle do número de viagens por setor e respectivas quantidades recolhidas.

Ainda, verificou-se que os resíduos são coletados sem controle quanto à quantidade e tipo de material, ou seja, a coleta não é efetuada separando os resíduos orgânicos (podas de árvores, folhas, galhos) dos entulhos (tijolos, telhas, massa de construção). Por vezes coletam-se ainda resíduos classificados como não inertes (restos de pintura, tintas, solventes, etc.) agregados aos entulhos de obras (resíduos inertes). Também não existe regulamentação quanto ao pequeno e grande gerador para diferenciar o sistema de coleta pública.

Parte da coleta de entulhos é efetuada por carroceiros ou empresas particulares através de caçambas estacionárias, que são requisitados pelo munícipe, quando não têm condição de armazenar os resíduos até o período da coleta municipal.

Quanto à coleta de serviços públicos, descritas no item 4.2.1 (p.98), destaca-se a ausência de um plano de varrição, são apenas delimitados setores e equipes responsáveis pelo setor do DOS. Os resíduos coletados pelo sistema de coleta pública são armazenados no pátio municipal e, posteriormente, são transportados até a área de destinação final (lixão).

4.2.2.3 Coleta de fontes especiais

A coleta dos serviços de saúde é gerenciado pelo Departamento de Saúde (DS), sendo este serviço prestado por empresa especializada contratada. Segundo informações do

DS, os resíduos de saúde são coletados uma vez por semana, nos estabelecimentos de saúde. Na coleta é utilizado um veículo apropriado e após são levados para um sistema de tratamento para esterilização e descaracterizados pela Empresa Ambiental contratada, ou seja, STERLIX, com sede no município de Mogi Mirim.

A quantidade coletada representa a média mensal de 201,6 kg para o primeiro semestre do ano de 2005. Correspondendo esta média a geração em kg nos seguintes meses: janeiro, 190 kg; fevereiro, 180 kg (Apêndice B); março 210 kg; abril, 200 kg maio, 210 kg e junho 220 kg.

No Plano Diretor de Saneamento de Resíduos Sólidos (ESTIVA GERBI, 2004b), consta à informação obtida da Empresa Sterlix, que foram gerados em média 400 kg de resíduos por mês. A diferença apresentada de um para outro é de 100%. A razão desta diferença não pode ser representada pela quantidade do segundo semestre.

Cabe salientar, que nestes cálculos não estão previstos os resíduos sólidos de saúde gerados nos domicílios e que comumente são descartados junto aos resíduos sólidos domésticos. No município não são coletados os resíduos provenientes de terminais ferroviários, rodoviários ou similares, considerados também de fontes especiais, pois o município não apresenta estes estabelecimentos, apenas um ponto terminal intermunicipal.

A partir dessas considerações, foi utilizada a média dos dois períodos (300 kg/mês) como parâmetro de resíduos sólidos de serviços de saúde gerados e estes correspondem a geração de 10 kg/dia.

Para a geração “per capita”, considerando a previsão de população para o ano de 2005, de 8.894 habitantes, obtêm-se de 0,001 kg/hab/dia.

4.2.3 Estimativas da geração de resíduos no município de Estiva Gerbi

De acordo com dados divulgados pela Fundação SEADE, IBGE (BRASIL, 2006), a taxa geométrica crescimento anual da população - 2000/2005 (em % ao ano) é de 2,71 para o Município de Estiva Gerbi. Aplicando-se essa taxa, calculou-se a projeção da população ano a ano para o horizonte de 15 anos (Tabela 08).

Tabela 08 – Projeção da população urbana

| ANO | POPULAÇÃO URBANA (hab.) | ANO | POPULAÇÃO URBANA (hab.) | ANO | POPULAÇÃO URBANA (hab.) |
|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| 2005 | 8.894 | 2010 | 10.165 | 2015 | 11.617 |
| 2006 | 9.135 | 2011 | 10.440 | 2016 | 11.932 |
| 2007 | 9.382 | 2012 | 10.723 | 2017 | 12.255 |
| 2008 | 9.636 | 2013 | 11.013 | 2018 | 12.587 |
| 2009 | 9.897 | 2014 | 11.311 | 2019 | 12.928 |
| | | | | 2020 | 13.278 |

Para determinar a quantidade de resíduos sólidos gerados e coletados através da coleta regular (domiciliar) no município, efetuou-se a pesagem do caminhão descontando-se a tara (peso do veículo sem a carga), obteve-se o peso líquido em cada viagem.

Obteve-se no DOS, o resultado da pesagem efetuada no período de 16 a 20 de agosto de 2004. Novas pesagens do caminhão de coleta foram realizadas nos meses de abril e setembro de 2005. A pesagem foi efetuada em cada uma das viagens, em balança eletrônica, marca Filizola (Figura 15). No controle da pesagem obteve-se a: data, horário, número da pesagem, código, peso bruto, tara e o peso líquido.

**Figura 15 – Foto da pesagem do caminhão de coleta (27 de abril de 2005).**

A Tabela 09 demonstra os resultados da soma do nº de viagens e dos pesos líquidos dos resíduos sólidos em quilos ao dia (kg/dia) e a quantidade total em quilos na semana (kg/semana).

Tabela 09 – Pesagem dos resíduos sólidos coletados por períodos.

| DIA DA SEMANA | 2ª feira | 3ª feira | 4ª feira | 6ª feira | 4 DIAS/sem. |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| PERÍODO/ SENAMA | TOTAL KG | TOTAL KG | TOTAL KG | TOTAL KG | TOTAL KG |
| 14 a 20/08/2004 Nº VIAGENS | 11.020 kg 03 | 660 kg 01 | 7.610 kg 02 | 10.060 kg 03 | 29.350 kg (09 viagens) |
| 23 a 29/04/2005 Nº VIAGENS | 13.400 kg 03 | 1.190 kg 01 | 7.440 kg 02 | 8.500 kg 02 | 30.530 kg (08 viagens) |
| 19 a 23/09/2005 Nº VIAGENS | 13.700kg 03 | 1.080 kg 01 | 8.250 kg 02 | 8.960 kg 02 | 31.990 kg (08 viagens) |

Verifica-se na Tabela 09, um acréscimo de 1.180 kg do primeiro para o segundo período, no total (quilos) de resíduos sólidos domiciliares gerados e coletados durante uma semana. No primeiro período, a geração de 29.350 kg/semana, que representa 4.192 kg/dia, e considerando a população de 8.659 habitantes, em 2004, obteve-se a geração “per capita” de 0,48 kg/habitante/dia.

No segundo período, com geração de 30.530 kg/semana, ou 4.361 kg/dia, e população estimada de 8.894 habitantes, em 2005, obteve-se a geração “per capita” de 0,49 kg/habitante/dia. Para o segundo semestre de 2005, obteve-se a geração 31.990kg/semana, o que representa a geração “per capita” de 0,51 kg/hab/dia.

Desta forma considerou-se a média dos dois períodos de amostragem, ou seja, a geração “per capita” de 0,50 kg/hab/dia para o ano de 2005, segundo a amostragem efetuada.

Para a estimativa da quantidade de resíduos gerada, foram considerados os seguintes aspectos:

- ⇒ **A** = população atual (habitantes) no ano de referência;
- ⇒ **B** = geração “per capita” de resíduos sólidos (kg/habitantes/dia); e
- ⇒ **C** = nível de atendimento atual dos serviços de coleta (%).

Estimativa da geração atual: $A \times B \times C$ (kg/dia) (IPT/CEMPRE, 2000)

ou seja: $8.894 \times 0,50 \times 0,99 = 4.490$ kg/dia ou 4,4 ton/dia.

A partir desta fórmula e da estimativa projeção da população, efetuou-se a estimativa da geração de resíduos sólidos no município de Estiva Gerbi para os próximos 15 anos, conforme mostra a Tabela 10.

O Relatório Anual da CETESB (2006) consta 3,6 t/dia de resíduos sólidos gerados no município para o ano de 2005. A partir da metodologia de pesagem utilizada, demonstra-se que a previsão da geração de resíduos sólidos domésticos, para o ano de 2005, seria de 4,4 t/dia e a diferença de 0,8 t/dia verificada representa um acréscimo de 29%.

Considerando-se apenas a projeção da população, mantendo-se o mesmo índice de geração “per capita = 0,5 kg/hab/dia”, para 15 anos, têm-se um acréscimo de 2,1 t/dia, ou seja, de 4,4 t/dia em 2005 passará para 6,5 t/dia em 2020, representando 32% acima dos atuais.

Em termos percentuais pode-se dizer que de acordo com a projeção da população, a previsão da geração de resíduos é da ordem de 2,1% ao ano até o ano de 2020.

Tabela 10 – Projeção da geração de resíduos sólidos domiciliares (15 anos).

| ANO | POPULAÇÃO URBANA | PESO (t/dia) | PESO (t/mês) | PESO (t/ano) |
|-------------|------------------|--------------|---------------|-----------------|
| 2005 | 8.894 | 4,4 | 132,00 | 1.584,00 |
| 2006 | 9.135 | 4,5 | 135,60 | 1.627,85 |
| 2007 | 9.382 | 4,6 | 139,30 | 1.671,60 |
| 2008 | 9.636 | 4,7 | 141,00 | 1.692,00 |
| 2009 | 9.897 | 4,8 | 146,70 | 1.760,40 |
| 2010 | 10.165 | 5,0 | 150,95 | 1.811,40 |
| 2011 | 10.440 | 5,1 | 153,00 | 1.836,00 |
| 2012 | 10.723 | 5,3 | 159,00 | 1.908,00 |
| 2013 | 11.013 | 5,4 | 162,00 | 1.944,00 |
| 2014 | 11.311 | 5,6 | 168,00 | 2.016,00 |
| 2015 | 11.617 | 5,7 | 172,50 | 2.070,00 |
| 2016 | 11.932 | 5,9 | 177,20 | 2.126,40 |
| 2017 | 12.255 | 6 | 182,00 | 2.184,00 |
| 2018 | 12.587 | 6,2 | 186,00 | 2.232,00 |
| 2019 | 12.928 | 6,4 | 192,00 | 2.304,00 |
| 2020 | 13.278 | 6,5 | 197,10 | 2.365,00 |

A geração prevista para 2020, considera os valores atuais sem descontar resíduos encaminhados para a reciclagem, compostagem ou qualquer tipo de tratamento. Verifica-se que o valor previsto (6,5 t/dia) permanecerá inferior ao limite permitido (de até 10 t/dia) para municípios de pequeno porte, o que diferencia o tipo de licenciamento e tecnologia que poderá ser utilizada.

4.2.3.1 Estimativa de área para implantação de aterro sanitário (em valas)

O cálculo de área necessária para a implantação de aterro sanitário (em valas), foi efetuado a partir da metodologia da CETESB (2006), conforme mostra a Tabela 11.

Os dados utilizados nos cálculos e demonstrados na Tabela 11 são:

- ⇒ população urbana : 8.894 (2005) - 11.617 (2015);
- ⇒ período Administrativo (mínimo): 10 anos (2005 a 2015);
- ⇒ quantidade de resíduos gerados: 4,4 ton/dia;
- ⇒ largura de vala ideal: 3 metros (para facilidade de cobertura);
- ⇒ altura de vala ideal: 3 metros (para segurança);
- ⇒ peso específico dos resíduos: 0,5 t/m³; e,
- ⇒ comprimento variável.

Tabela 11 – Cálculo de área necessária à implantação de aterro sanitário (em valas)

a) Volume e comprimento da vala:

$$\text{Volume}_{\text{vala}} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ hab. X geração de resíduos (t/hab/dia) x n}^{\circ} \text{ dias/mês}}{\text{peso específico dos resíduos}}$$

$$V_{\text{vala}} = \frac{8.894 \text{ hab} \times 0,004 \text{ t/hab/dia} \times 30 \text{ dias}}{0,5 \text{ t/m}^3} = 214 \text{ m}^3$$

b) Quantidade de resíduos para aterramento – n° valas:

$$Q_{\text{resíduos}} = \text{Quant.resíduos(t/hab/dia)} \times \text{n}^{\circ} \text{ dias(mês)} \times \text{n}^{\circ} \text{ meses (ano)} \times \text{n}^{\circ} \text{ anos (vida útil)}$$

$$Q_r = 4 \text{ t/hab/dia} \times 30 \text{ dias} \times 12 \text{ meses} \times 10 \text{ anos} = 14.400 \text{ t.}$$

$$Q_{r.\text{total}} = \frac{Q_r}{P_e} = \frac{14.400 \text{ t.}}{0,5 \text{ t/m}^3} = 28.800 \text{ m}^3$$

$$N_{\text{valas}} = \frac{Q_{r.\text{total}}}{V_{\text{valas}}} = 134 \text{ valas.}$$

c) Área necessária por vala e área total das valas:

$$\text{Área}_{\text{vala}} = C_{\text{vala}} \times \text{larg}_{\text{vala}} = 24 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 72 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total}_{\text{valas}} = \text{Área}_{\text{vala}} \times \text{n}^{\circ} \text{ valas} = 72 \text{ m}^2 \times 134 = 9.648 \text{ m}^2$$

d) Área livre, circulação, cinturão verde (ideal) = 9.470 m²

$$\text{e) Área total}_{\text{aterro sanitário}} = 9.648 \text{ m}^2 + 9.470 \text{ m}^2 = 19.118 \text{ m}^2$$

sendo que,

$$\text{a área necessária p/ ano} = 19.118 \text{ m}^2 : 10 \text{ anos} = 1.911 \text{ m}^2 / \text{ano.}$$

Através destes cálculos, pode-se concluir que, para cada ano de vida útil do aterro sanitário serão aproximadamente 2.000 m², ou seja, deve-se prever que:

- ⇒ para 10 anos, será necessário uma área mínima de 20.000 m²; e,
- ⇒ para 15 anos, será necessário uma área mínima de 30.000 m².

4.2.4 Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares

A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra coletada e analisada. Para a determinação da composição gravimétrica procedeu-se o quarteamento (IPT; CEMPRE, 2000), o qual também gerou a amostra para a análise laboratorial do teor de umidade e do material seco. Após o quarteamento foi efetuada triagem dos materiais recicláveis por componentes e efetuaram-se as respectivas pesagens (Tabela 12).

A amostragem é importante, pois permite efetuar projeções com a finalidade de orientação à implantação da coleta seletiva ou do sistema de compostagem, os quais contribuem para a redução dos resíduos sólidos depositados no solo, como também podem aumentar a vida útil do aterro sanitário.

Tabela 12 – Composição de materiais presentes na amostra

| COMPONENTES | Peso (kg) | (%) |
|--------------------------------|------------------|--------------|
| MATÉRIA ORGÂNICA | 41,2 | 51,5 |
| PLÁSTICO DURO | 14,4 | 18,0 |
| PLÁSTICO FILME | 2,4 | 3,0 |
| VIDRO | 2,0 | 2,5 |
| PAPEL/PAPELÃO | 4,0 | 5,0 |
| METAIS FERROSOS | 3,2 | 4,0 |
| METAIS NÃO FERROSOS | 0,2 | 0,3 |
| MADEIRA | 0,5 | 0,6 |
| MATERIAIS – contaminados (*) | 8,0 | 10,0 |
| PANOS, TRAPOS, TECIDO | 1,6 | 2,0 |
| PEDRA, TERRA, CERÂMICA | 0,5 | 0,6 |
| DIVERSOS | 2,0 | 2,5 |
| AMOSTRA TOTAL | 80,0 | 100,0 |

(*) incluídos os seguintes materiais: papel higiênico; fraldas e absorventes descartáveis; algodão; e, outros contaminantes biológicos.

Os resultados apresentados por esta amostragem indicam que a maior percentagem, 51,5% são resíduos orgânicos; e, 48,5% restantes referem-se a diversos materiais, dos quais 32,8% são materiais recicláveis, 10% materiais (contaminados) e 5,7% demais (diversos que dificilmente podem ser reciclados ou reaproveitados), sem que se faça a segregação na fonte.

4.2.4.1 Determinação do teor de umidade e de material seco

O teor de umidade (água contida na massa de resíduos) tem influência direta sobre a velocidade da decomposição da matéria orgânica, como também na geração de calor e peso específico aparente do lixo. A determinação deste parâmetro é importante para a escolha da tecnologia de tratamento e sistema de coleta. O cálculo da produção de chorume e correto dimensionamento de percolados utiliza este parâmetro para definir os projetos adequados.

De acordo com o método do IPT e CEMPRE (2000), após o quarteamento foi coletada uma AMOSTRA ESPECÍFICA, encaminhada ao Laboratório (New Lab) para análise da umidade e do material seco (%). Para a determinação destes parâmetros foi utilizado o Standarts Methods, que podem ser consultados no Apêndice C. Obteve-se 58,16% para o teor de umidade e 41,84% de material seco.

4.2.5 Avaliação da área do lixão municipal

Desde a emancipação do município, em 1993, toda a coleta de resíduos sólidos urbanos tem sido depositada em uma antiga cava de mineração. Segundo as informações prestadas pelo Departamento Jurídico Municipal, esta área encontra-se em pendência judicial entre a antiga empresa extrativista e o município. E ainda apresenta problemas quanto à sua titularidade, mas caracteriza-se como passivo ambiental, e como área degradada pela exploração de argila. Solicitou-se deste departamento maiores informações sobre a fase do processo, mas não se obteve resposta.

A atividade de depósito de resíduos sólidos desenvolvida na área, não está licenciada pela CETESB, não possui Licença de Instalação (LI) e de Operação (LO). Encontra-se em condições inadequadas, apesar de possuir Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinado pela administração municipal anterior, de 2001 a 2004 (GOMES P., 2003), ainda em vigência na primeira visita. Por não atender ao TAC, tem sofrido constantes autuações pela CETESB. No início deste ano para atender as exigências deste órgão de controle estadual, a administração municipal assinou um novo Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Porém de acordo com informações obtidas verbalmente pelos técnicos da CETESB (Agência Ambiental de Pirassununga), diante das dificuldades que o município apresenta e do não atendimento das exigências, o caso foi encaminhado a Promotoria de Meio Ambiente para as medidas necessárias ao cumprimento da responsabilidade do TAC.

O enquadramento quanto às condições de destinação final - IQR (CETESB,2006), para os últimos anos é mostrado na Tabela 13. Os índices baixos indicam o sistema inadequado (0 – 6,0), bem como mostra a presença de TAC e a ausência das licenças (LI e LO), e mostram o respectivo enquadramento em programas estaduais existentes para obtenção de recursos financeiros à disposição final adequada.

Tabela 13 – Enquadramento do município de Estiva Gerbi, IQR (valas), TAC e LI – LO

| ENQUADRAMENTO DE ATERRAMENTO | | | | | | | | TAC | LI | LO | * | # | § |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ano | 1997 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | | | | | | |
| IQR | 1,2 | 0,6 | 4,4 | 2,7 | 1,9 | 4,0 | 3,5 | SIM | NÃO | NÃO | SIM | NÃO | SIM |

* FECOP / # PROGRAMA ATERRO SANITARIO EM VALAS / § FEHIDRO

Fonte: adaptado de CETESB, 2006.

A avaliação da área ocupada pelo lixão municipal, foi efetuada através de visitas técnicas, com as observações em in loco e informações obtidas através de entrevistas com os catadores de recicláveis e técnicos do DOS. A seqüência metodológica utilizada baseia-se nos itens que compõem o IQR (CETESB, 2006). Foram selecionados e analisados os itens referentes às características da área ocupada, a infra-estrutura existente e as condições operacionais do sistema utilizado, descritas a seguir.

4.2.5.1 Características da área ocupada pelo lixão municipal

- **área:** 36.000 m², sendo utilizada mais de 50 % da cava de mineração;
- **localização:** localiza-se na Estrada Municipal não pavimentada, distante aproximadamente 3 km do centro da cidade, em direção à área rural denominada Cercado Grande. A Figura 16 mostra o município e seus limites, a área urbana, a infra-estrutura viária, principais drenagens e a localiza o lixão municipal com relação ao centro urbano;
- **condições de sistema viário, trânsito e acesso:** o acesso à área é através da Avenida Principal 15 de maio em pavimentação asfáltica até a ponte sobre o Ribeirão Anhumas, onde se inicia a estrada municipal sem pavimentação com aproximadamente 1 km de extensão. Apresenta-se em bom estado de conservação;
- **proximidade de núcleos habitacionais:** a área está distante cerca de 2 km de núcleo habitacional popular. E a mais de 1 km de residências isoladas;

- **proximidade de corpos d'água:** existe uma nascente que atravessa a área e está sendo aterrada com resíduos sólidos. Do Ribeirão Anhumas está distante cerca de 1 km;
- **capacidade de suporte do solo:** o solo está sendo ocupado sem nenhum planejamento e com resíduos depositados de todos os tipos e procedências. Há comprometimento de área drenagem de nascente. O levantamento efetuado por Cândido (2004) apresenta alteração do perfil hídrico, o que indica a necessidade de investigação confirmatória de contaminação da área; e,
- **legalidade de localização:** não há plano diretor municipal e nem lei de zoneamento urbano, que determine locais para a instalação de depósito de resíduos sólidos de forma adequada. Mas como já mencionado anteriormente há pendência judicial com relação ao passivo ambiental existente na área. Não é respeitada a preservação da nascente e distância mínima de 30 metros conforme previsto na legislação (Código Florestal).

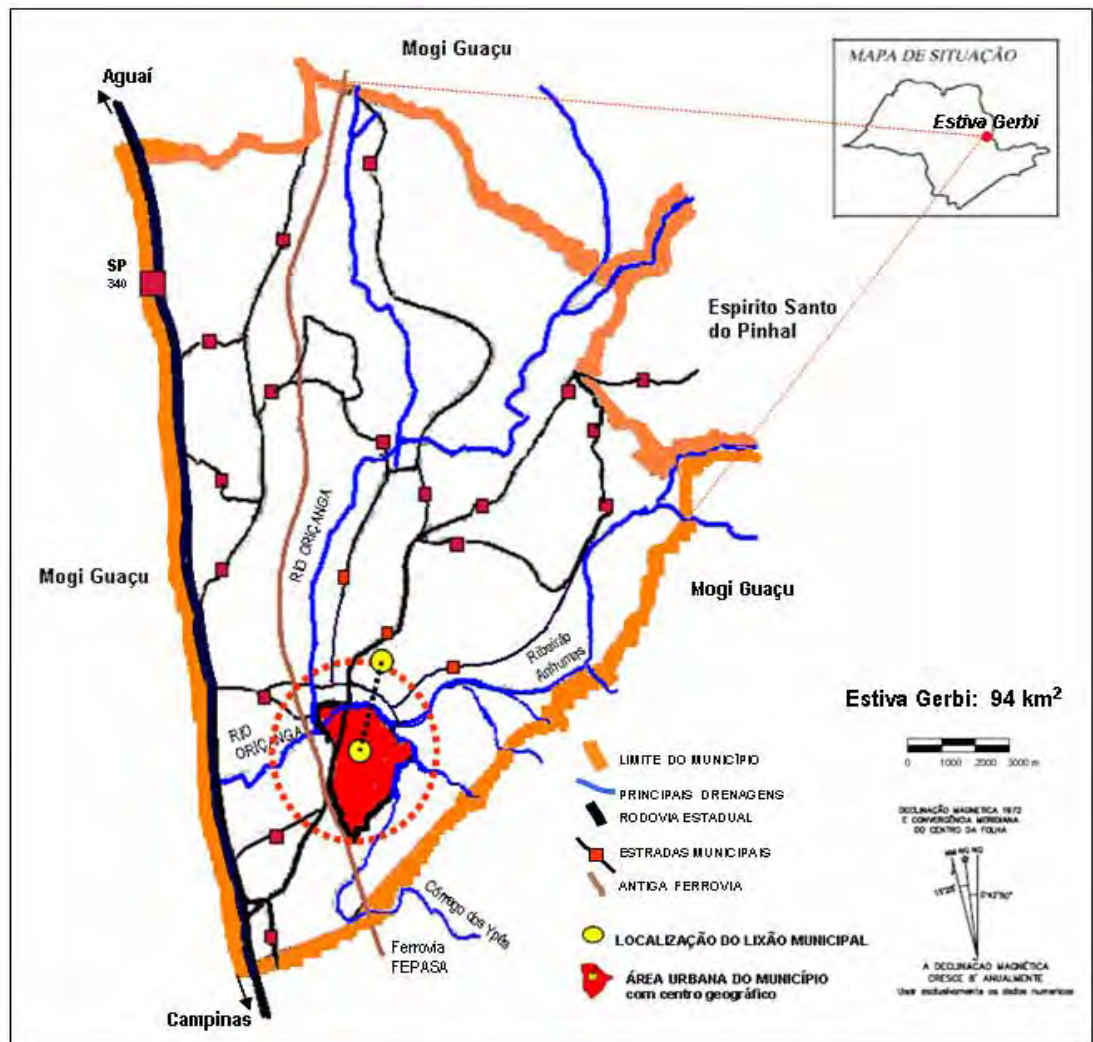


Figura 16 – Localização do lixão no município e com relação ao centro urbano.

Fonte: adaptado de ESTIVA GERBI, 2004 a.

4.2.5.2 Infra-estrutura existente

A Figura 17 mostra um croqui (sem escala) da área ocupada pelo lixão municipal.

- **cercamento da área:** encontra-se cercada com mourões e arame farpado (Figura 18);
- **portaria / guarita ou vigilante:** não possui nenhum tipo de controle de acesso ao local, veículos ou pessoas, como também não é efetuada a vigilância da área (Figura 19).

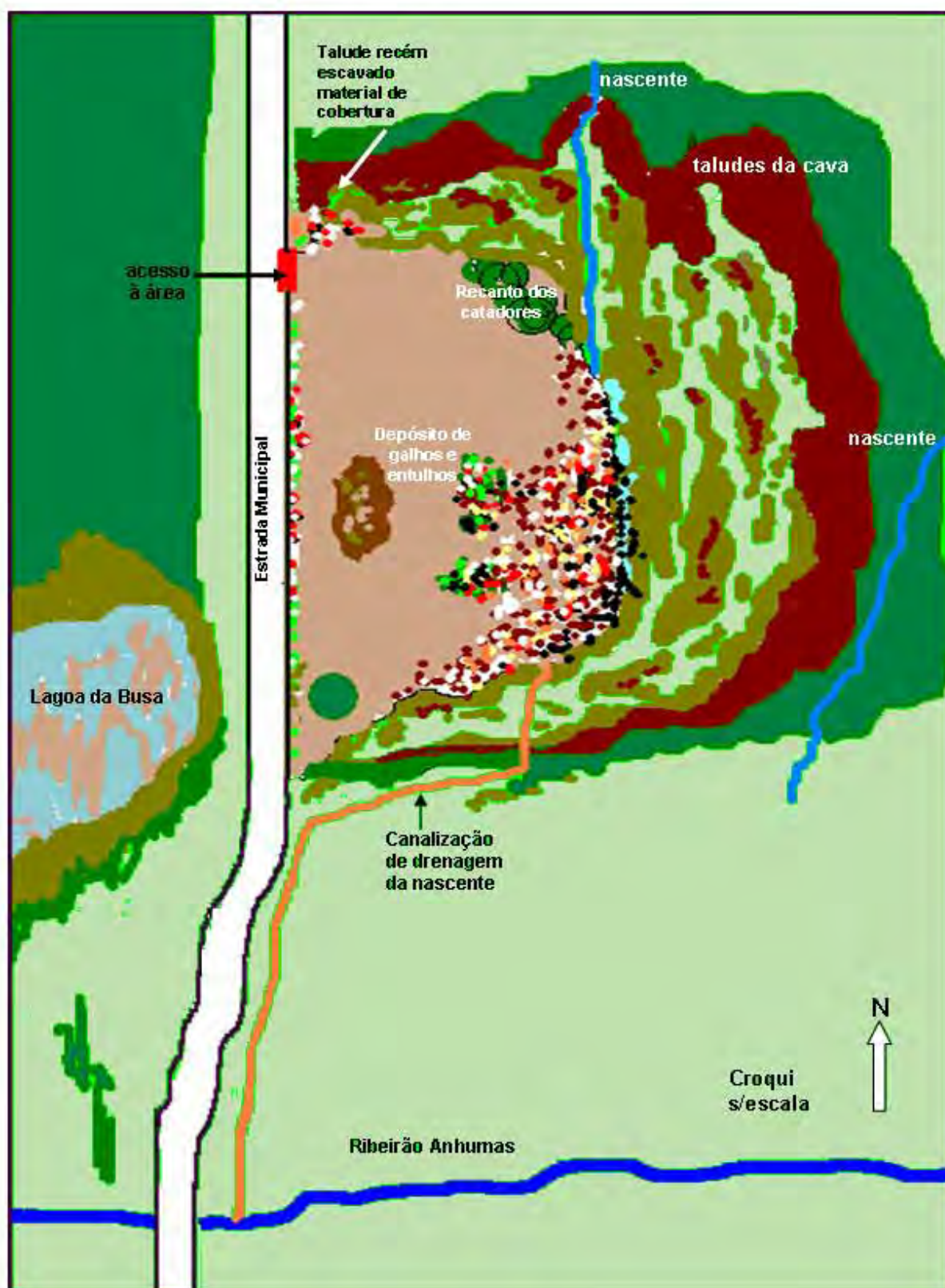


Figura 17 – Croqui da área ocupada pelo depósito de resíduos sólidos urbanos (lixão municipal).



Figura 18 – Foto da vista geral da área (nov., 2004).



Figura 19 - Foto do acesso à área do lixão municipal (nov., 2004).

- **controle de recebimento de cargas:** não são controladas as quantidades ou tipos de resíduos depositados no solo, tanto pela coleta pública domiciliar (Figura 20) como da coleta domiciliar especial (Figura 21).



Figura 20 - Foto do depósito da coleta domiciliar (nov., 2004).



Figura 21 - Foto de depósito de coleta domiciliar especial (nov., 2004).

Os mais variados resíduos são depositados pela coleta pública (domiciliar especial) como mostra as Figuras 22 e 23.



Figura 22 – Foto de resíduos depositados pela coleta domiciliar especial (nov., 2004).



Figura 23 – Foto de resíduos depositados pela coleta domiciliar especial (nov., 2004).

Porém verificou-se também o depósito clandestino efetuado por empresa particular de caçambas estacionárias (Figura 24). Os resíduos industriais depositados pela empresa citada (Figura 25), foram identificados com relação à produção industrial, e concluiu-se que são gerados por indústrias do Distrito Industrial de Mogi Guaçu, localizado na SP-340.



Figura 24 – Foto de depósito clandestino por empresa particular (jul., 2005).



Figura 25 – Foto dos resíduos industriais depositados clandestinamente (jul., 2005).

- **drenagem de águas pluviais:** não possui nenhum tipo de drenagem de águas pluviais. Na visita técnica verificou-se alguns poças de água em área recentemente aterrada com entulhos e solo local, sendo que a última chuva ocorreu três dias antes desta foto (Figura 26);

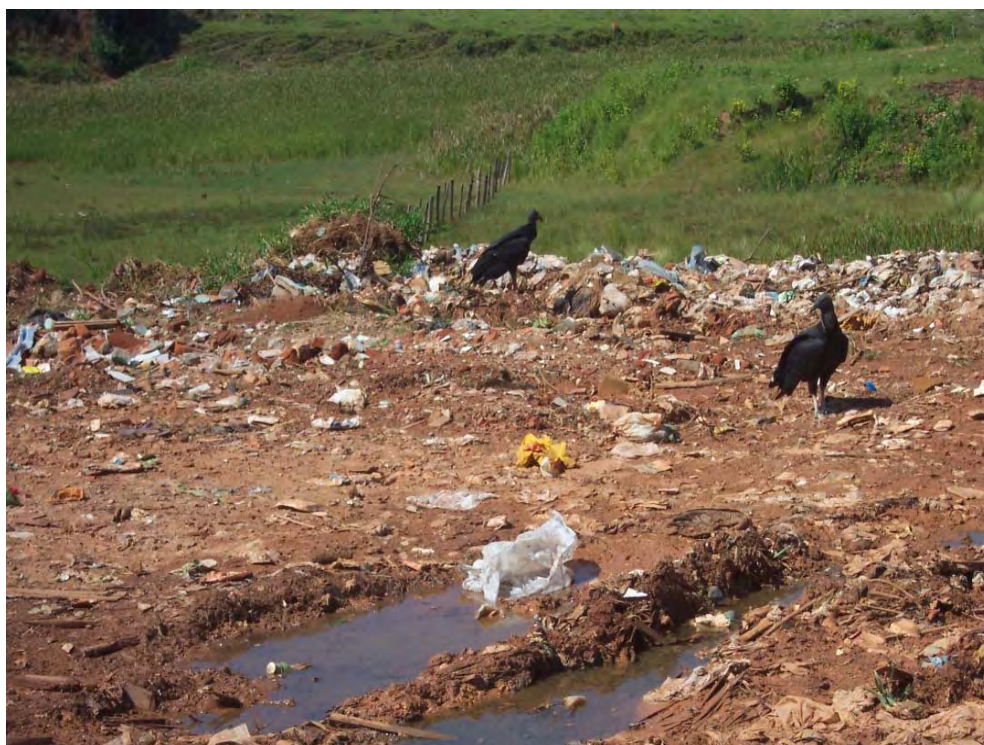


Figura 26 – Foto de parte da área aterrada com entulhos e solo local (abril, 2005).

- **compactação da área aterrada:** a compactação da área é efetuada por trator de esteiras quando a situação do local torna-se crítica, pois este equipamento é utilizado constantemente em áreas rurais. A Figura 26 mostra em detalhes parte de uma área recém aterrada com entulhos e solo local, verificou-se que o solo encontra-se instável (maleável) quando se faz pressão sobre ele;
- **impermeabilização de base:** não é feita nenhuma impermeabilização antes do depósito de resíduos no solo. A Figura 27 mostra uma visão geral da área recém aterrada, e mostra ao fundo o distrito industrial, a área urbana e pode-se visualizar alguns taludes de antiga escavação de argilas já com recuperação natural de gramíneas.



Figura 27 – Foto da área recém aterrada e ao fundo, Distrito Industrial, área urbana e taludes de antiga escavação de argila (abril 2005).

- **sistemas de drenagem de chorume, gases e monitoramento de águas subterrâneas:** não apresenta nenhuma técnica ou sistemas para conter os líquidos ou gases gerados pelos resíduos depositados no solo. A área constitui-se assim impactada, caracteriza-se como lixão, depósito de resíduos a céu aberto.

Verificou-se uma barreira visual ao local crítico de depósito, sendo formada pelo depósito de resíduos da coleta domiciliar especial (galhos e entulhos) e de material para cobertura (solo local), conforme mostra a Figura 28.

Nas visitas técnicas efetuadas verificou-se ainda que a área de drenagem de uma nascente está sendo aterrada com os resíduos depositados. Segundo informações verbais dos catadores e de técnicos do DOS, esta área já foi canalizada com manilhas, porém o depósito já atingiu o serviço efetuado (Figura 29). Em uma das visitas técnicas (2005), verificou-se outra situação crítica, apresentando diversos focos de auto-combustão. No local sente-se o odor forte de materiais em decomposição, com a emissão de gases (Figura 30).



Figura 28 – Foto da barreira visual formada por galhos, entulhos e solo local (abril, 2005).



Figura 29 – Foto da área crítica com depósito de resíduos domiciliares sobre a área de drenagem de nascente (abril., 2005).



Figura 30 – Foto da área com focos de auto-combustão (out., 2005).

4.2.5.3 Condições operacionais

- **ocorrência de lixo descoberto:** não é efetuado o recobrimento diário dos resíduos depositados, mas são escavados os taludes da cava para retirada de material de cobertura. A Figura 31 mostra as marcas de retroescavadeira em um dos taludes;



Figura 31 – Foto de escavação para retirada de material de cobertura (abril, 2005).

- **presença de catadores:** os catadores garimpam os resíduos recicláveis, separando-os dos não recicláveis (Figura 32). Trabalham em condições insalubres, expondo-se a riscos para suprir o sustento de sua família. São três famílias que trabalham no lixão, em sistema de revezamento nos dias de coleta domiciliar, sendo que: cinco (5) pessoas, em cada dia de serviço, das 9:00 às 17:00 h.; e, nas ruas da cidade, recolhem recicláveis às quinta-feiras.

Primeiramente os sacos de lixo são rasgados e depois são procurados os materiais recicláveis misturados aos outros resíduos. Os catadores efetuam a triagem por tipo de material no próprio local, após estes são acondicionados em sacos (de plástico ou rafia) e levados até um sítio onde moram duas das famílias de catadores, para que os mesmo sejam comercializados posteriormente. A foto da Figura 32 mostra o catador de recicláveis separando materiais plásticos.



Figura 32 – Foto de catador efetuando a triagem de recicláveis no lixão (abril,2005).

Os EPI's utilizados (luvas e botas plásticas) foram adquiridos pelos próprios catadores, porém não utilizam máscaras. Também informaram que procuram o posto de saúde para se vacinarem. As famílias de catadores fundaram uma Associação de Catadores por solicitação da administração municipal anterior; que atualmente

encontra-se em negociações com a atual administração para viabilizar a coleta seletiva no município;

- **presença de moscas em grande quantidade:** a foto da Figura 33 demonstra a presença de moscas, vetores de transmissão de doenças; e,



Figura 33 - Foto da presença de moscas nos resíduos depositados.

- **presença de urubus ou gaivotas:** além presença dos urubus (Figura 26, p. 102) também na área vivem alguns cachorros que se alimentam dos resíduos depositados (Figura 34). Segundo os catadores também são depositados animais mortos no local.



Figura 34 - Foto dos cachorros que vivem no lixão municipal.

4.3 Diretrizes para seleção de áreas à disposição final

A pré-seleção de áreas à implantação de um aterro sanitário em um determinado município requer o estabelecimento de critérios técnicos, econômicos e político-sociais que permitam efetuar análises e definir prioridades na seleção.

4.3.1 Avaliação das unidades geológicas geotécnicas

Para o estudo de caso efetuado foi utilizada a base de dados elaborada de acordo com as unidades geológicas-geotécnicas delimitadas a partir da pesquisa de Cândido (2004).

A pesquisa citada produziu um mapa geológico-geotécnico do município (Figura 35), e integra numa base topográfica, informações geológicas, geomorfológicas e pedológicas. As características dos perfis de solo, do substrato geológico e da situação geomorfológica foram agrupadas com a finalidade de estabelecer diferentes unidades geológicas-geotécnicas. O município, como área de estudo, foi dividido em seis unidades geológicas-geotécnicas (CÂNDIDO, op. cit, p.44) :

Unidade I: solo areno-argiloso e arenitos da Formação Aquidauana, em relevo de média vertente;

Unidade II: solo argiloso e argilitos da Formação Aquidauana, em situação de média e baixa vertente;

Unidade III: solo coluvionar e cobertura Cenozóica Indiferenciada, em situação de meia encosta;

Unidade IV: solo residual e cobertura Cenozóica Indiferenciada de topo de colinas amplas;

Unidade V: solo aluvionar de planície de inundação; e

Unidade VI: áreas modificadas pela atividade de mineração.

As cavas de mineração foram agrupadas na unidade geológico-geotécnica específica (Unidade VI), em função das alterações constatadas:

- Mudanças no perfil de solo;
- Mudanças no nível d'água;
- Mudanças na topografia;
- Compactação do solo, com diminuição da permeabilidade; e,
- Instalação de processos erosivos nas encostas dos taludes.

A maioria das áreas de mineração de argila encontram-se abandonadas, apresentando cavas (secas e submersas) e pilhas de bota fora, e, atualmente constituem um passivo ambiental que deve ser objeto de projetos específicos de recuperação. A Figura 36 mostra o mapa geológico geotécnico do município de Estiva Gerbi, SP (CÂNDIDO; ZAINÉ, no prelo).

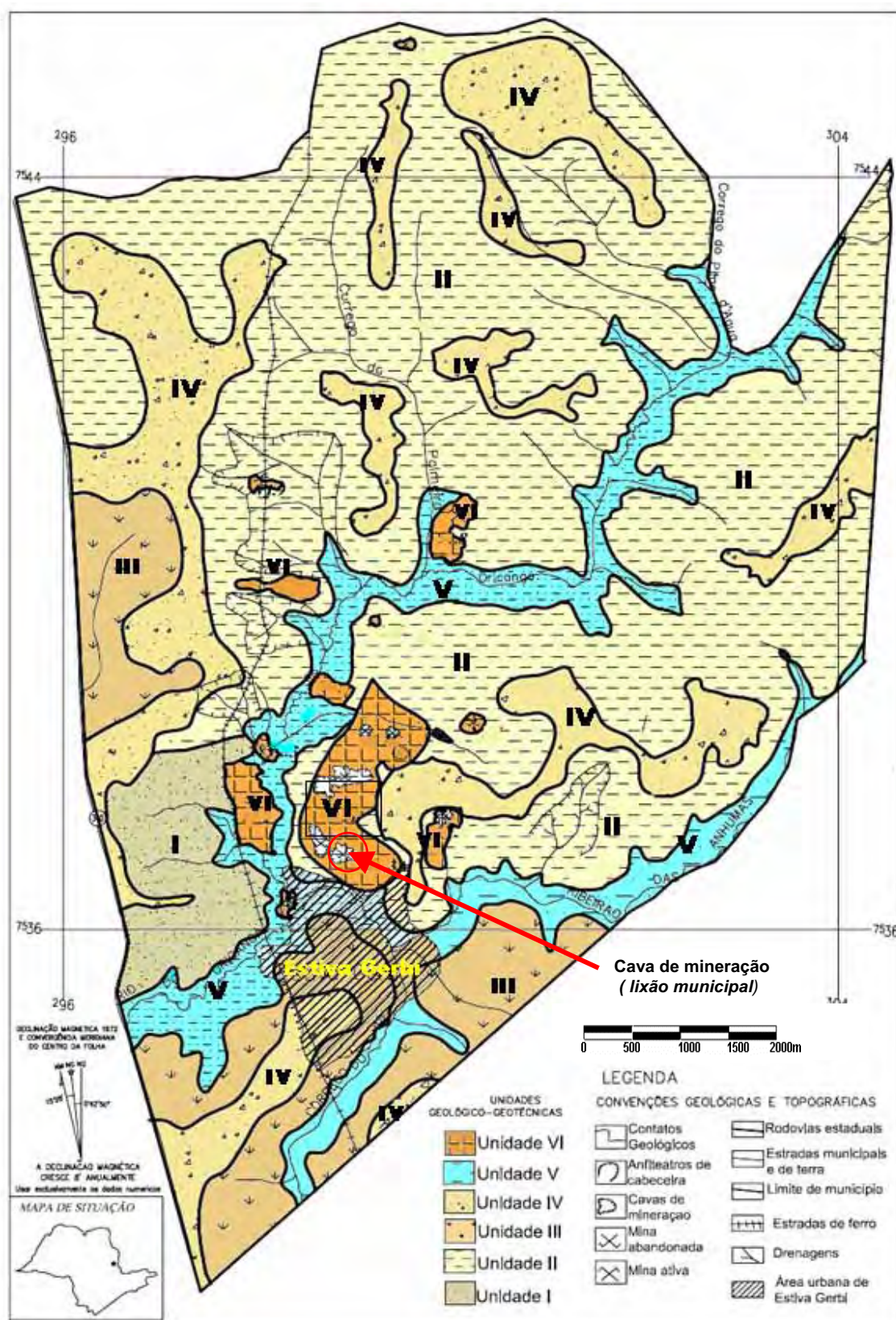


Figura 35 – Mapa geológico geotécnico do município de Estiva Gerbi (SP).

Fonte: adaptado de Cândido e Zaine, no Prelo.

Segundo Cândido (2004), a Unidade VI, encontra-se inserida dentro da Unidade II modificada, sendo composta por três (3) áreas de bota-foras, uma grande cava seca e duas (2) submersas, ocupando 60% da área desta Unidade, onde se localiza a área do lixão municipal.

Esta pesquisa considera a Unidade VI – áreas modificadas pela atividade de mineração como *brownfields*, (p. 66 a 68), mas salienta-se ser uma área degradada constituindo um passivo ambiental. Quanto à contaminação pelo depósito de resíduos sólidos (lixão) pode-se dizer que há indícios de contaminação, porém torna-se necessário proceder a investigação confirmatória que identifique e caracterize a contaminação da área, discriminando os tipos de contaminantes. Esta é uma importante diretriz que ser priorizada em conjunto com os estudos técnicos à implantação de um novo sistema de disposição final de resíduos sólidos no Município de Estiva Gerbi.

4.3.2 Avaliação das áreas para implantação de um aterro sanitário

A caracterização das Unidades geológicas geotécnicas elaborada por Cândido (2004), constitui-se a base de estudos que possibilitou relacionar as características do meio físico no município de Estiva Gerbi. Como produto obteve-se uma tabela que permite uma orientação preliminar quanto ao tipo de intervenção pretendida, identificando zonas homogêneas mais aptas. Salienta-se que esta indicação caracteriza-se como orientação ao planejamento ambiental, sendo uma etapa anterior à individualização de locais-alvo à instalação do empreendimento, as quais requerem investigações diretas (*in situ*).

Entre as principais propriedades do meio físico consideradas, destacam-se:

- a profundidade e a variação do nível d'água (N.A.) em relação a base de fundo do aterro, quanto maior à distância, menor risco de ocorrência de contaminações;
- espessura de solo (material inconsolidado), quanto mais espesso, maior é o tempo para os poluentes chegarem às águas subterrâneas (YAMADA, 2004);
- escavabilidade, em função da classificação do tipo de material, quanto mais duro, maior dificuldade de escavação do solo (REDAELLI; CERELLO, 1998); e,
- permeabilidade e condutividade hidráulica, indicam à maior ou menor facilidade à passagem da água e respectiva propagação de contaminantes. Adotou-se a classificação de permeabilidade (ZUQUETTE, 1987), que associa os tipos de solo aos materiais e condutividade hidráulica, classificando-a em: ALTA - materiais permeáveis ($k > 10^{-3}$ cm/s); RAZOÁVEL - materiais semi-permeáveis ($10^{-3} > k > 10^{-5}$ cm/s); e, BAIXA- materiais impermeáveis ($k < 10^{-5}$ cm/s).

A Tabela 14 (p.112) mostra a caracterização das unidades de análise segundo critérios geológicos geotécnicos de análise definidos por Cândido (2004) aplicados à implantação de aterro sanitário. A análise dos critérios selecionados permitiu associar as restrições e potencialidades destas unidades, conforme mostra o Quadro 05 (p.113). A análise das características permitiu selecionar as Unidades que requerem estudos e diagnósticos mais detalhados para a implantação do empreendimento proposto.

Existem diversas técnicas de engenharia que podem ser aplicadas às restrições (descritas no Quadro 05), para a implantação de um aterro sanitário em área territorial do município. Porém, a escolha das técnicas a serem aplicadas depende da avaliação do custo-benefício (incluindo-se o ambiental) para a viabilização do empreendimento na referida Unidade de Análise que contenha restrições.

4.3.3 Critérios geoambientais para a seleção de áreas no Município de Estiva Gerbi

Os municípios de pequeno porte apresentam características diferenciadas em relação aos grandes centros urbanos quanto ao uso e ocupação do solo, e carecem de capacitação técnica e de instrumentos de orientação técnica para o planejamento ambiental. Em função dessas dificuldades, foram estudados e adaptados critérios selecionados em literatura específica aplicados ao Município de Estiva Gerbi.

Os critérios geoambientais selecionados foram agrupados a partir das condicionantes de uso e ocupação do solo, distâncias necessárias e interferências, dimensionamento e vida útil do aterro sanitário. Também foram estudados os aspectos geológicos e geotécnicos à adequada implantação do sistema de aterramento. A aplicação da Tabela 15 (p.114) estabeleceu o enquadramento dos critérios em três categorias: adequada, com restrições e não adequada.

O número de áreas pré-selecionadas pode ser três ou mais, porém devem ser selecionadas as que atendam ao maior número de critérios. Após esta pré-seleção, cada uma das áreas deve ser analisada através de procedimentos técnicos (investigações diretas, sondagens no solo). Quando os atributos naturais não forem suficientes para atender integralmente ao critério, soluções de engenharia devem ser utilizadas (conforme Tabela 15, coluna “com restrições”), porém somente após os resultados das investigações diretas “in situ”.

Tabela 14 - Caracterização geológica geotécnica das Unidades Geológicas do Município de Estiva-Gerbi.

| UNIDADE | UNIDADES VARIÁVEIS | | | | | UNIDADE VI | |
|--|--|--|---|--|---|---|---|
| | UNIDADE I | UNIDADE II | UNIDADE III | UNIDADE IV | UNIDADE V | Áreas modificadas pela mineração UNIDADE II modif. UNIDADE V - modif. | |
| características | Formação Aquidauana Carbonífero - Permiano | Formação Aquidauana Carbonífero - Permiano | Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Terciário - Quaternário | Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Terciário - Quaternário | Depósitos Aluvionares Cenozóicos Quaternário | Formação Aquidauana Carbonífero - Permiano | Depósitos Aluvionares Cenozóicos Quaternário |
| Materiais Descrição Geral (LITOLOGIA) | solo areno-argiloso e arenitos | solo coluvionar argiloso e argilitos | solo coluvionar argilo-arenoso | solo residual argilo-arenoso | solo aluvionar argilas e areias inconsolidadas | argilas e argilitos | argilas e areias aluvionares |
| Relêvo (GEOMORFOLOGIA) | média vertente com vales abertos | média e baixa vertente; anfiteatros de cabeceira (feições) | vertente de média encosta | de colinas amplas e suaves | planície de aluvionares: em áreas planas e em vales abertos | topografia diferenciada: bota-foras e cavas abandonadas de antigas minerações de areia e argila de várzea | topografia diferenciada: bota-foras e cavas abandonadas de antigas minerações de areia e argila de várzea |
| Declividade | 5 - 15% | 5 - 15% | 5 - 15% | < 5% | < 5% | modificada > 15% | modificada > 15% |
| Densidade de Drenagem | baixa | média | baixa | baixa | baixa | alta | alta |
| Espessura do solo/ cobertura material inconsolidado | < 5 metros | 1 - 5 metros | 3 - 8 metros | 5 - 10 metros | < 5 metros | solo exposto | solo exposto |
| Profundidade do Nível d'água subterrâneo | variável 5 - 25 metros | 5 - 8 metros | 4 - 15 metros | 10 - 15 metros | < 5 metros | variável - aflorante cavas secas e submersas | aflorante cavas submersas |
| Problemas de natureza GEOLÓGICA GEOTÉCNICA | processos erosivos | processos erosivos (sulcos) | processos erosivos (sulcos e ravinas) | processos erosivos (sulcos) impermeabilização do solo ocupação | assoreamento e processos erosivos enchentes poluição - esgoto | processos erosivos bota-foras - cavas erosão acelerada | processos erosivos e assoreamento cavas submersas e secas |
| Escavabilidade * | Material Brando Rocha Branda | Material Brando Rocha Branda | Material Brando | Material Brando | Friável e Fluente | Material Brando Rocha Branda | Friável e Fluente |
| Permeabilidade** Conductividade Hidráulica | RAZOÁVEL à ALTA Mat. semi-permeáveis à mat. permeáveis | BAIXA Mat. impermeáveis | RAZOÁVEL Mat. semi-permeáveis | RAZOÁVEL Mat. semi-permeáveis | ALTA e BAIXA Mat. Permeáveis e Mat. Impermeáveis | BAIXA Mat. Impermeáveis | ALTA e BAIXA Mat. Permeáveis e Mat. Impermeáveis |
| Área (km2) Área total 74,00 km² | 2,857 km² | 42,072 km² | 4,219 km² | 13,307 km² | 9,142 km² | 2,403 km² | 2,403 km² |

* REDAELLI, L.L.; CERELLO, L. (1998). Classificação de materiais quanto à escavabilidade. ** ZUQUETTE, L.V. (1987). Classificação da permeabilidade para o mapeamento geotécnico.

| UNIDADES DE ANÁLISE | | RESTRIÇÕES | POTENCIALIDADES |
|---|---|---|---|
| <p>Unidade I Formação Aquidauana Carbonífero - Permiano</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ESPESSURA - solo < 5 m ▪ PERMEABILIDADE razoável a alta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA - variável (5-25 m) + profundo ▪ DECLIVIDADE: 5 – 15% ▪ DRENAGEM - baixa ▪ ESCAVABILIDADE 2-3: fácil material brando / rochas brandas |
| <p>Unidade II Formação Aquidauana Carbonífero - Permiano</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ESPESSURA - solo 1 – 5 m | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA : 5 – 8 metros ▪ DECLIVIDADE: 5 – 15 % ▪ DRENAGEM – média ▪ PERMEABILIDADE - baixa ▪ ESCAVIBILIDADE: - favorável material brando / rochas brandas ▪ SOLO – argiloso e argilitos |
| <p>Unidade III Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Terciário - Quaternário</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ESPESSURA - solo 3 – 8 m ▪ PERMEABILIDADE - razoável | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA: 4 – 15 metros. ▪ DECLIVIDADE: 5- 15 % ▪ DRENAGEM - baixa ▪ ESCAVIBILIDADE 2: favorável material brando |
| <p>Unidade IV Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Terciário – Quaternário</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PERMEABILIDADE - razoável ▪ DECLIVIDADE < 5% | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA – profundo 10-15 m. ▪ ESCAVABILIDADE 2: favorável material brando |
| <p>Unidade V Depósitos Aluvionares CENOZÓICOS Quaternário</p> | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ RELEVO – área muito baixas sujeitas à inundações ▪ NA – elevados, próximos aos cursos d'água. ▪ PERMEABILIDADE: ALTA e BAIXA ▪ ESCAVABILIDADE 1: material friável e fluente | ————— |
| <p>Unidade VI Áreas modificadas pela mineração <i>brownfields</i></p> | <p>VI a Unidade II modificada Formação Aquidauana</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA – variável – aflorante cavas secas e submersas ▪ SOLO EXPOSTO ▪ DRENAGEM – ALTA ▪ DECLIVIDADE – modificada ▪ RELEVO: Topografia diferenciada bota foras / cavas abandonadas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PERMEABILIDADE – baixa ▪ ESCAVABILIDADE 2-3 material brando / rocha branda |
| | <p>VI b Unidade V Modificada Depósitos Aluvionares CENOZÓICOS</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA – aflorante cavas submersas ▪ SOLO EXPOSTO ▪ DRENAGEM – ALTA ▪ DECLIVIDADE – modificada ▪ Mineração – ALUVIÕES ▪ BACIA DE INUNDAÇÃO Rio Oriçanga – mudanças no perfil hídrico ▪ ESCAVABILIDADE 1: material friável e fluente | ————— |

Quadro 05 - Síntese das principais restrições e potencialidades das Unidades de Análise (critérios geológicos geotécnicos) à implantação de aterro sanitário.

| CRITÉRIOS GEOAMBIENTAIS | Observações | Dados necessários | CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS | | |
|-------------------------|---|--|--|---|---|
| | | | Adequada | Com Restrições | |
| | Atender as legislações federais, estaduais e municipais - e no caso de dúvida aplicar a mais restritiva - fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental. Áreas sem restrições no ZA | Zoneamento Ambiental Lei de uso e ocupação do solo Legislações específicas | uso do solo industrial ou rural e áreas sem restrições no ZA | uso do solo urbano e áreas sem restrições no ZA | inviável |
| USO DO SOLO | Potencial mínimo de incorporação à sede, distritos ou povoados Propriedade municipal ou passível de cessão não onerosa (comodato) ou desapropriável (recursos municipais) Aceitação população/ONGs | Plano Diretor Municipal | Vetor crescimento mínimo | Vetor de crescimento intermediário | Vetor de crescimento principal ocupação no entorno |
| | Respeitar as distâncias mínimas (normas técnicas ou legislação específica) Condições de tráfego em todas as épocas do ano, sem rampas íngremes e curvas acentuadas Inferência de tráfego, poeira, aspecto visual e odores. Observar direção predominante dos ventos. Menor distância possível - Interfere no custo do transporte e manutenção dos veículos | Uso e ocupação de terras Avaliação imobiliária de áreas Esclarecimentos à comunidade Corpus D'água (nascentes, rios, lagos) Vális do sistema de drenagem (estadual ou municipal) Vias de acesso | áreas devolutas ou pouco utilizadas | | |
| DISTÂNCIAS | | | BAIXO | MÉDIO | ALTO |
| | | | BOA | RAZOÁVEL | OPOSIÇÃO |
| | | | > 200 m | < 200 m - à critério do órgão ambiental | Não atender PARÂMETROS |
| | | | ≥ 50 m | 30 m ≥ 50 m | < 30 m |
| | | | BOA | RAZOÁVEL | RUIM |
| | | | 500 m de habit. isoladas 2.000 m de áreas urbanizadas | < 2.000 m - à critério do órgão ambiental | |
| | | | 2.000 m - 10.000m | 10.000m - 20.000m | < 2000 m e > 20.000 m |
| DIMENSÕES VIDA ÚTIL | Determinar a vida útil mínima do empreendimento. Base de Cálculo: 1m ³ /t./dia de resíduo aterrado (1) | | 10 ≥ 15 anos | 5 ≤ 10 anos ou à critério do órgão ambiental | < 5 anos |
| | SOLO: Composição predominante homogênea e argilosa. Evitar áreas com matacões e rochas aflorantes (1) | | argiloso e argilitos | areno-argiloso | areias aluvionares solo arenoso e arenitos |
| | ESPESSURA: disponibilidade de material de cobertura e base das trincheiras (2) | | > 2 m | 1 - 2 m | < 1 m |
| | ESCAVABILIDADE: de acordo com as características dos materiais - solo (2) | | Friável e Fluente Material Brando | Rocha Branda | Rocha Dura Rocha muito dura |
| GEOLOGIA GEOTECNIA | RELEVO: características planas, com inclinação máxima em torno de 10%. Evitar áreas em topos de morros (1) LENÇOL FREÁTICO: são poucos os municípios que possuem cotas do lençol freático. Posteriormente há necessidade de sondagens no solo. | | 3% ≤ declividade ≤ 10% | 10% < declividade ≤ 20% | Declividade < 3% ou declividade > 20% |
| | | | 3 m - solos argilosos > 3 m - solos arenosos | 1,5 m | < 1,5 m |

(1) Para aterro sanitário em vaías (CETESB, 2005b). (2) Para aterro sanitário (sustentável) em municípios de pequeno porte (MARTINS; GOMES, 2004).

(3) Classificação de materiais quanto a escavabilidade (REDAELLI; CERELLO, 1998). (4) Classificação da permeabilidade para mapeamento geotécnico (ZUQUETTE, 1987).

Tabela 15 – Critérios geoambientais selecionados à implantação de aterro sanitário em municípios de pequeno porte

4.4 Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos

Nesse item é apresentada uma proposta contendo as principais diretrizes para a implantação de um sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) no Município de Estiva Gerbi. Estas diretrizes poderão orientar a Política Pública de Saneamento Ambiental. Para tanto há necessidade de regulamentações legislativas, as quais podem ser incluídas no Plano Diretor Municipal. Este instrumento urbanístico foi instituído por legislação federal como condição essencial para hierarquização dos municípios quando solicitam recursos junto aos Programas Governamentais para quaisquer projetos que se pretende viabilizar.

O instrumento proposto (GIRSU) não é estático, pois exige durante seu processo que sejam efetuadas sistemáticas avaliações e respectivos ajustes e correções para adquirir auto-sustentação. É uma ferramenta que requer melhoria contínua das estruturas organizacional, operacional, ambientais e sustentadas pela estrutura de planejamento que deve ser regulamentada, conforme Figura 36.

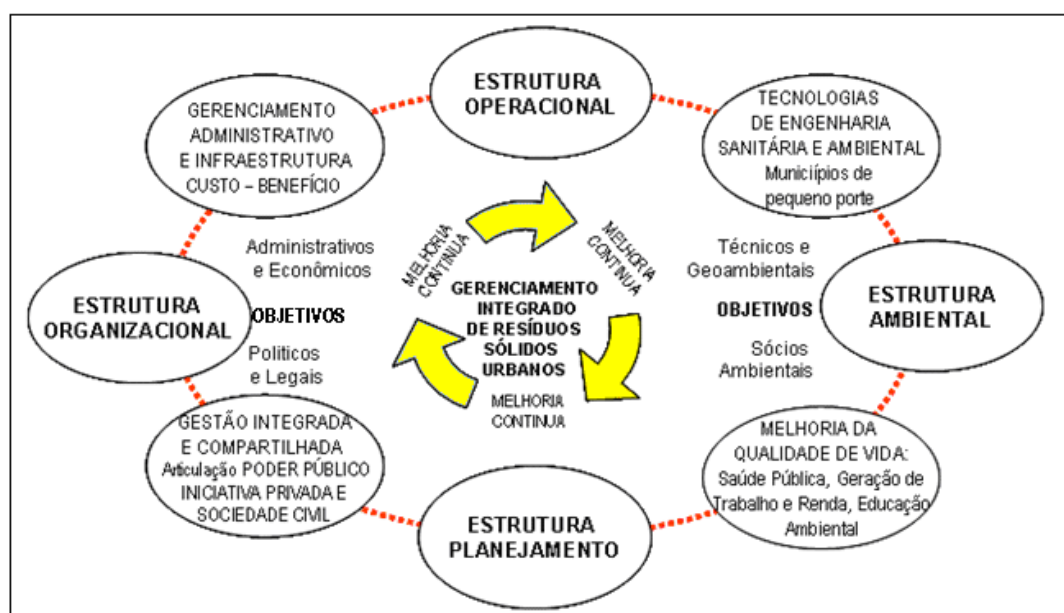


Figura 36 – Fluxograma da estrutura do GIRSU como processo de melhoria contínua.

Fonte: adaptado de IPT e CEMPRE, 2000.

Este fluxograma define os objetivos a se atingir com a implantação do gerenciamento integrado, e estes se relacionam às estruturas de suporte à sua implantação, conforme descrito a seguir:

▪ **objetivos administrativos e econômicos:** relacionam-se à estrutura organizacional e operacional, direcionados ao gerenciamento administrativo dos serviços prestados e da infraestrutura necessária a prestação adequada destes serviços, mas que devem ser analisados em função do custo-benefício que proporcionam.

▪ **objetivos técnicos e geoambientais:** relacionam-se à estrutura operacional e ambiental do sistema utilizado, direcionados à implantação de tecnologias de engenharia sanitária e ambiental de acordo com as características do Município estudado.

▪ **objetivos sócio-ambientais:** relacionam-se à estrutura ambiental e de planejamento, direcionados à melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas. Algumas ações, projetos e programas podem influir e contribuir positivamente para a saúde pública, para a geração de trabalho e renda e para conscientização e informação (educação ambiental). Porém, as ações, projetos e programas propostos precisam ser planejados, além dos recursos técnicos e financeiros necessários para que sejam implantados gradativamente atingindo os objetivos propostos.

▪ **objetivos político-legais:** relacionam-se à estrutura de planejamento e organizacional, direcionados para a gestão compartilhada e integrada, que exigem articulação do poder público com a iniciativa privada e a sociedade civil para estabelecer modelos administrativos de cooperação e parcerias. A legislação vigente e a ser elaborada a nível municipal deve ser implementada para que se possa garantir a continuidade do processo de gerenciamento proposto, independente da vontade de seus governantes.

Desta forma, estabelece-se um ciclo de melhoria contínua que relaciona-se integrando as estruturas que compõem o Gerenciamento Integrado.

As diretrizes elaboradas como proposta para a implantação do GIRSU no município de Estiva Gerbi, são descritas de acordo com a seqüência estabelecida pelos estudos efetuados, da revisão de literatura à discussão dos resultados obtidos e são apresentadas nos itens a seguir.

4.4.1 Sistema de limpeza urbana: serviços públicos

O sistema de limpeza encontra-se bem estruturado quanto ao número de funcionários (Frente de serviço) até a presente data, mas torna-se necessário efetuar o controle dos serviços executados. O calendário pré-estabelecido, por setor e respectivas equipes de trabalho precisa

ser avaliado e monitorado de forma regular e sistemática, sugere-se os seguintes procedimentos:

- verificação da operacionalização dos serviços executados;
- mapeamento do roteiro por setor e cálculo das vias percorridas pelos varredores;
- hierarquização dos setores e vias de acordo com a importância na manutenção da limpeza (centro, principais vias, entrada e saída da cidade, praças e próprios públicos); e,
- controle e manutenção dos equipamentos de segurança (EPI's), materiais e respectivos uniformes utilizados (atualmente utilizam camisetas e bonés).

A aplicação da planilha de controle de serviços deve ser por setor de trabalho (Quadro 06). Para aferir a eficiência dos serviços prestados e desempenho dos trabalhadores, deve-se descrever os serviços executados, os equipamentos utilizados (material de trabalho, equipamentos de segurança e uniformes). As falhas ou deficiências podem ser corrigidas.

| SETOR nº : | | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS | | | |
|---------------|------------|-----------------------------------|------------|---------------|--------------|
| Nº / EQUIPE | Quantidade | | | | |
| trabalhadores | | | | | |
| vassouras | | | | | |
| vassourões | | | | | |
| carrinho | | | | | |
| pá | | | | | |
| uniforme | | | | | |
| EPI 's | | | | | |
| sacos de lixo | | | | | |
| DATA | Nº/ TRAB. | PERCURSO KM | HORA/SAÍDA | HORA/ CHEGADA | TOTAL/ HORAS |

Quadro 06 – Planilha de controle por Setor de Serviços da Limpeza Pública.

4.4.2 Sistema de coleta e transporte

Inicialmente deve-se efetuar uma avaliação das vantagens e desvantagens sob os aspectos operacionais e financeiros, e definir a forma de execução dos serviços (direta, indireta, terceirizada ou concedida, total ou parcial) para os sistemas implantados e a serem implantados, como os de coleta diferenciada. Já que a administração municipal possui um caminhão compactador e requer poucos funcionários para realização da coleta, é viável manter os serviços por administração direta. Porém, os custos de transporte e de manutenção do veículo é um dos itens que precisa ser sempre considerado em função das quantidades coletadas e das distâncias percorridas, de forma a minimizar gastos e maximizar os serviços

prestados. Estes devem ser controlados pelo setor do DOS, avaliações periódicas e controle de gastos em função do benefício, prevendo-se a manutenção e troca de veículo a médio e longo prazo.

Há necessidade da regulamentação de normas para o sistema de coleta municipal. O Código de Posturas é um instrumento que deve ser utilizado pela administração municipal para esta finalidade. Devem ser regulamentadas as responsabilidades do gerador (pequenos e grandes) e, principalmente, o gerenciamento dos serviços prestados, se diretamente pela administração municipal ou por outra forma de administração (terceirizada, concedida, contratada, etc.).

Como posturas municipais devem ser estabelecidas normas para:

- acondicionamento adequado: definir os tipos de recipientes que podem ser utilizados de acordo com a quantidade gerada e relacionada ao tipo de coleta efetuado.
 - ⇒ sacos plásticos – para residências, pequenos comércios, sendo reservados os de cor branca para os serviços de saúde;
 - ⇒ contêineres de plástico – condomínios, aptos, restaurantes, áreas de eventos;
 - ⇒ contêineres metálicos – para volumes de 750 a 1500 kg;
- frequência da coleta;
- pontos de coleta;
- dias, horários e roteiro de coleta;
- veículos utilizados;
- formas de coleta: domiciliar (residencial e comercial); domiciliar especial (diferenciada); de serviços públicos; de fontes especiais;
- definir a infra-estrutura física das instalações prediais para os tipos de resíduos gerados, geralmente para grandes empresas (industriais, comerciais, prestadoras de serviços e de serviços de saúde); e,
- definir os pequenos e grandes geradores de acordo com os tipos de resíduos gerados e respectivas formas que devem ser utilizadas para descarte e coleta;

No caso da coleta domiciliar especial, conforme mostra o Quadro 02 (p.26) se faz necessário que a administração municipal estabeleça, além das normas regulamentadoras, as normas fiscalizadoras, para os sistemas de coleta de resíduos urbanos:

- definir os pequenos e grandes geradores de entulhos;

- definir áreas apropriadas para destinação final de entulhos, de acordo com a legislação; podendo ser localizadas próximas ou ao lado da nova área definida como adequada à implantação de um aterro sanitário;
- definir a coleta de entulhos de forma segregativa; separando os materiais inertes dos não inertes, inclusive com orientação da população e prestadores de serviço;
- regulamentar o serviço prestado por carroceiros e das prestadoras de serviços, que devem ser cadastradas pela administração municipal como também fiscalizadas quanto à disposição final dos resíduos coletados;
- regulamentar o estacionamento das caçambas coletoras em logradouros públicos, atendendo principalmente as exigências da legislação de trânsito; e,
- fiscalizar por parte do poder público para que a coleta dos resíduos urbanos, para que seja realizada corretamente e em veículos apropriados.

Para o caso de outros tipos de coleta, inclusive as de responsabilidade dos geradores, o seu gerenciamento é de responsabilidade da administração municipal, que deverá cadastrar as empresas e fiscalizar os serviços prestados, como os de coleta dos resíduos industriais e dos serviços de saúde. As normas referentes a esses serviços também devem ser regulamentadas no Código de Posturas ou por legislação específica.

4.4.3 Programa Ambiental: coleta seletiva e galpão de triagem

Os dados e resultados obtidos demonstram a necessidade de priorizar um Programa Ambiental para o município, que estabeleça a implantação de um projeto de Coleta Seletiva associado a um Galpão de Triagem. Também devem ser implantados programas que estimulem a compostagem de resíduos orgânicos produzidos em escolas, creches, ou mesmo em residências. O composto orgânico poderá ser aplicado em hortas comunitárias em áreas municipais ou mesmo junto à Secretaria de Agricultura, que fornece subsídios à zona rural.

O projeto de Coleta Seletiva e Galpão de Triagem de Recicláveis devem prever a inclusão dos catadores do lixão e das ruas e promover a sua organização em sistema cooperativista. A administração municipal necessita investir em apoio administrativo, financeiro e educacional dos trabalhadores neste sistema, que tem por finalidade, segregar e coletar os resíduos na fonte e encaminhá-los a triagem, diminuindo a quantidade de recicláveis depositados inadequadamente e assim agregar valor comercial no beneficiamento dos resíduos recicláveis e encaminhá-los às empresas recicladoras.

A usina de triagem que efetue a reciclagem a partir do resíduo bruto (sem a prévia separação) é um sistema que não deve ser utilizado, pois experiências anteriores não demonstraram resultados desejados, como também não estão baseados no princípio da redução da geração dos resíduos na fonte, ou seja, não requerem mudanças de comportamento e participação da comunidade.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foram estabelecidos contatos com os catadores e com os técnicos dos departamentos municipais, inclusive com a participação em diversas reuniões. O cadastramento dos catadores foi efetuado em uma das reuniões de acordo com o interesse de cada um em fazer parte da organização de catadores em sistema de cooperativismo. Ainda, o Departamento de Ação Social promoveu um Fórum Municipal de Economia Solidária, no qual esta pesquisadora apresentou a situação problema no município quanto à destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos e o trabalho que os catadores efetuam na área. O Fórum teve por objetivo valorizar a figura do catador e a discussão de questões como formas de viabilizar o projeto de coleta seletiva municipal.

Posteriormente, foi solicitado pela Associação de Catadores (ATREGER), a elaboração de um Plano de Trabalho para encaminhamento ao Governo Federal para a obtenção de recursos para desenvolver um Projeto de Coleta Seletiva associado ao Galpão de Triagem, tendo como agente promotor a administração municipal. Este projeto encontra-se no Apêndice C.

Um recurso financeiro inicial foi obtido para desenvolvimento do projeto, sendo que a administração destinou um terreno para a implantação do Galpão de Triagem. Porém, os recursos não foram suficientes, como também a carência de profissionais na execução do projeto proposto, prejudicou o seu desenvolvimento. Atualmente, a administração municipal não está conseguindo atingir todos objetivos propostos, há necessidade de maiores investimentos financeiros e, principalmente quanto à capacitação de profissionais para a aplicação do projeto proposto.

Para a implantação do Projeto de Coleta Seletiva e Galpão de Triagem, e apoio ao desenvolvimento do sistema de compostagem, são apontadas as seguintes diretrizes:

- desenvolver planos de trabalho para viabilizar a implantação do projeto de coleta seletiva com vistas a minimizar a problemática verificada;
- estimular a participação da comunidade, esclarecendo a necessidade da coleta seletiva e vantagens a adoção do sistema de compostagem;

- capacitar os profissionais municipais que irão trabalhar na formação da organização dos catadores em sistema de cooperativa;
- desenvolver um programa de educação ambiental e implantá-lo gradativamente junto às escolas, departamentos municipais e demais comunidades organizadas;
- estabelecer incentivos de tributos para a formação de parcerias com a iniciativa privada, a Indústria de Papel e Papelão (existente no município); e outras.
- agregar parceiros como comunidades de bairro, religiosas e demais organizações não governamentais, tanto para apoio a organização dos catadores como na implantação da compostagem em hortas comunitárias e escolares;
- confeccionar e distribuir panfletos informativos à comunidade quanto sistema de coleta seletiva municipal, seu funcionamento e vantagens para o município;
- construção de um Galpão de Triagem de acordo com as normas técnicas de edificação adequadas para a atividade;
- adquirir os equipamentos necessários para beneficiamento dos materiais recicláveis, tais como: prensa hidráulica; balança eletrônica; empilhadeira manual elétrica; carrinho hidráulico e mesa de separação (devido ao volume de resíduos e número de trabalhadores não há necessidade da esteira rolante);
- efetuar um cadastro das empresas da região que processam materiais recicláveis, para envio dos materiais triados e beneficiados no Galpão de Triagem;
- capacitar os catadores quanto ao trabalho em sistema cooperativo (Economia Solidária), e cursos como os de higiene e segurança no trabalho, de alfabetização, entre outros, de acordo com as necessidades prioritárias dos integrantes do projeto;
- distribuir sacos plásticos (de 100 a 200 litros) por residência para acondicionamento dos materiais recicláveis e posterior coleta pelos catadores;
- implantar a coleta seletiva em próprios municipais e estabelecer o sistema de coleta seletiva nos eventos municipais, tais como: feiras, festas, encontros, entre outros;
- implantar PEV's nas Escolas do Município e edificações públicas, juntamente com o projeto de educação ambiental;
- implantação de PEV's em áreas comerciais (estabelecer parcerias), como supermercados, para facilitar o recolhimento dos recicláveis; e,

- garantir a implementação de legislação municipal que estabeleça o Programa Ambiental e regulamente a coleta seletiva municipal, organização dos catadores para coleta e triagem dos recicláveis, organização de um sistema de compostagem (produção de adubo orgânico) para a utilização em hortas comunitárias e ampliação futura atendendo aos pequenos produtores rurais.

4.4.4 Sistema de disposição final

Para a destinação final de resíduos sólidos urbanos, ou seja, a área ocupada atualmente pelo “lixão municipal” recomenda-se que os efeitos dos impactos ambientais sejam estudados e analisados, relacionando causa-efeito e, suas conseqüências ao longo prazo, por uma técnica multi-disciplinar de profissionais em suas respectivas áreas de atuação. Recomenda-se que sejam efetuados estudos, levantamentos técnicos e investigações direta (in situ) na área ocupada pelo Lixão Municipal, por profissionais da área de geologia, os quais podem ser efetuados através de convênios com Institutos de Pesquisa de Universidades ou Governamentais.

As investigações diretas exploratórias através de sondagens e de poços de monitoramento serão imprescindíveis para:

- comprovar se a área encontra-se contaminada;
- se comprovada a contaminação da área, proceder investigações diretas de detalhamento para determinar o grau de contaminação; e,
- posteriormente apontar as soluções para sua remediação.

Este procedimento irá determinar o encerramento da área ocupada para depósito de resíduos (lixão) e, em que tempo isso ocorrerá. Em posse desses levantamentos, pode ser elaborado um Plano de Trabalho, para a obtenção de recursos do FEHIDRO ou outro programa do governo estadual ou federal que vise a remediação dessa área.

A caracterização das unidades de análise a partir dos dados geológicos geotécnicos no município de Estiva Gerbi (Tabela 14, p.112) e a análise das restrições e potencialidades das Unidades geológicas geotécnicas (Quadro 05, p.113) indicam que a Unidade II - Formação Aquidauana (*Carbonífero – Permiano*) é a que atende a maioria dos critérios definidos à implantação de um novo aterro sanitário.

A Tabela 15 (p.114), referente aos critérios geoambientais para subsídio as análises a implantação de um aterro sanitário, é uma ferramenta que facilita a pré-seleção de áreas e,

inclusive pode ser utilizada por outros municípios como orientação preliminar para o mesmo tipo de problemática. A partir da análise seqüencial do Quadro 05, restrições e potencialidades com a Tabela 16, critérios geoambientais, pode-se obter a pré-seleção de duas, três ou mais áreas aptas à implantação do sistema de disposição final para o município de Estiva Gerbi.

Com relação à seleção de tecnologias simplificadas e de fácil operação e manutenção aplicada à municípios de pequeno porte, destaca-se a tecnologia “Aterro sustentável” desenvolvida através do PROSAB (ZANTA; FERREIRA, 2003) em Minas Gerais. Na elaboração do projeto de engenharia, sugere-se esta seja adaptada aos procedimentos de “Aterro sanitário em valas” proposto pela CETESB (2005b), pois se apresenta como melhor opção técnica, comprovadamente eficiente.

Assim, para a implantação do sistema de disposição final de resíduos sólidos urbanos no município de Estiva Gerbi, são propostas as seguintes diretrizes:

- avaliação através de levantamentos diretos (em campo) da área (*brownfields*) utilizada como lixão quanto à sua contaminação e medidas para encerramento das atividades de depósito de resíduos em médio prazo;
- aplicação dos critérios geoambientais (Tabela 15, p.114) para a pré-seleção de áreas que requerem estudos técnicos mais específicos;
- associação dos critérios geoambientais às potencialidades das Unidades geológicas geotécnicas (Quadro 05), pode-se obter uma ou mais áreas, as quais devem ser objeto de levantamentos diretos (em campo) para a seleção de uma delas;
- verificação dentre as áreas selecionadas quanto aos critérios econômicos, ou seja, viabilidade financeira para adquirir ou disponibilizar a utilização da área;
- prever o dimensionamento do terreno necessário à implantação do novo aterro sanitário, segundo a metodologia para aterros em valas da CETESB (2006), devem ser considerados aproximadamente 30.000m² previsto para 15 anos de vida útil da área (Tabela 11, p.91). Porém neste dimensionamento não está previsto a redução dos recicláveis (Coleta Seletiva e Triagem de recicláveis), assim esta área poderá utilizar menor espaço físico e ter a vida útil prolongada;
- adaptação da tecnologia que será utilizada no sistema de aterramento e desenvolvimento de projeto de engenharia específico para a área selecionada; e,
- elaboração de Planos de Trabalhos para enquadramento em Programas Governamentais (FEHIDRO; FECOP; entre outros), associando o projeto de

implantação de um aterro sanitário ao Programa Coleta Seletiva Municipal e à recuperação da área (*brownfields*) do lixão.

Cumprе salientar que uma das exigências ao enquadramento do Plano de Trabalho é a titularidade pelo município da área selecionada e respectivo projeto de engenharia do aterro sanitário, memorial descritivo e planilha orçamentária. Após o Plano de Trabalho ser hierarquizado e selecionado o projeto, existe um prazo para atender as exigências documentais e do projeto. É designado um Agente Técnico para a função de acompanhamento e fiscalização, liberando os recursos financeiros destinados à execução do proposto.

4.4.5 Visão holística para implantação do GIRSU

Para integrar as diretrizes propostas nos itens anteriores e facilitar a visão holística do GIRSU, como instrumento de um processo de melhoria contínua foi elaborado a complementação do fluxograma (Figura 36, p. 115).

As diretrizes por sistemas que compõem o fluxo dos resíduos sólidos urbanos (da geração à disposição final) se sustentam nas quatro estruturas (organizacional, operacional, ambiental e de planejamento) que compõem o GIRSU. O fluxograma da Figura 37 mostra a integração das diretrizes propostas a essas estruturas e como se articulam.

Salienta-se que a capacitação técnica e profissional e de treinamento operacional dos trabalhadores do sistema, fundamenta-se como base no desenvolvimento de programas, projetos técnicos e de manutenção dos serviços prestados adequadamente, fechando o ciclo do processo de melhoria contínua (Figura 37). O ciclo também se fecha no plano de gestão, que visa visabilizar economicamente os projetos e programas previstos como diretrizes para o gerenciamento no município de Estiva Gerbi.

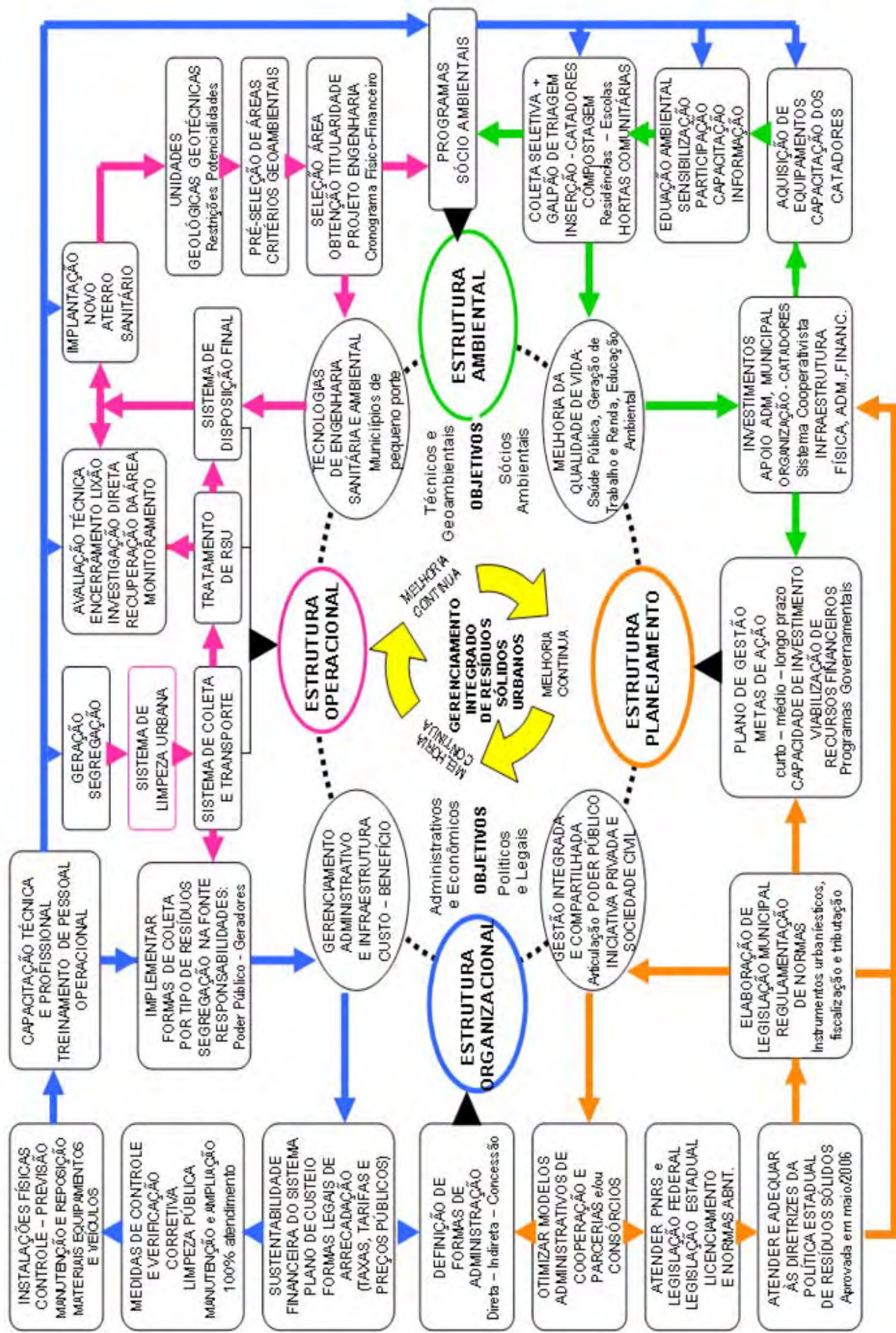


Figura 37 – Fluxograma das diretrizes aplicadas à estrutura proposta do GRSU para o município de Estiva Gerbi (SP).

V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos mostraram que são depositadas 4,4 toneladas de resíduos ao dia (132 t/mês), no lixão municipal, representando a geração de 0,50 kg /dia por habitante. Deste total, 32,8 %, ou seja, 1,5 t/dia (45 t/mês) são materiais recicláveis que são triados pelos catadores no lixão, após coleta e compactação com os demais resíduos domiciliares.

De um lado, conclui-se que a implantação de um Programa Sócio-ambiental Municipal é diretriz prioritária e requer a retirada dos catadores que trabalham, de forma insalubre no lixão, pois esta atividade caracteriza-se como um problema para a saúde pública. A organização dos catadores em sistema de cooperativa para a Coleta Seletiva e Galpão de Triagem deve ser implementada em curto prazo, porém, precisa adquirir auto-sustentabilidade em médio e longo prazo, ou seja, os catadores precisam ser capacitados à auto-gestão da organização, com a retirada gradual da administração municipal desse empreendimento. Para isso, há necessidade da cooperativa estar devidamente instituída e em funcionamento, sendo gerida pelos catadores nos princípios da economia solidária.

De outro lado, conclui-se que a área (cava de argila) utilizada como lixão municipal tornou-se impactada negativamente com o depósito de todos os tipos de resíduos. Deve-se efetuar investigações indiretas (geofísicas) e diretas (com sondagens no solo) para determinar se há contaminação, qual a extensão e quais agentes contaminantes, pois apresenta evidência deste fato, como a proliferação de vetores, odores perceptíveis, emissão de gases, focos auto-combustão, extravazamento de chorume, lixiviação, além do aterramento da área de drenagem de uma nascente que atravessa a área. Recomenda-se ainda que, sejam efetuados testes toxicológicos em peixes na Lagoa da Busa, situada próximo ao lixão (cota inferior), tendo em vista que a população tem o hábito de pescar nesta área e se alimentar do pescado.

A caracterização a partir das Unidades Geológico-Geotécnicas na área territorial do município é uma etapa fundamental para orientar e subsidiar a pré-seleção de áreas à implantação de aterros sanitários. Conclui-se que esta caracterização é fundamental como instrumento de planejamento para orientar o zoneamento ambiental, o uso e ocupação do solo, entre outros. Coloca-se, ainda, que para adequar e resolver as restrições apresentadas para o meio físico pode-se avaliar a aplicação de técnicas de engenharia, porém a Unidade Geológica-Geotécnica II (*Carbonífero-Permiano*) é a que atende a maioria dos critérios

definidos a implantação de um aterro sanitário, devendo ser objeto de estudos mais específicos.

A quantidade de resíduos produzidos, cerca de 5 t/dia, e sua previsão para os próximos 20 anos, cerca de 6,5 t/dia, justifica a implantação dos sistemas pesquisados para municípios de pequeno porte, pois apresentam-se como soluções economicamente viáveis. Assim, destaca-se o desenvolvimento de projeto específico para a aplicação da tecnologia “Aterro Sustentável” do PROSAB (CASTILHOS JR., 2003), porém deverá ser adaptado ao sistema de “Aterro sanitário em valas” (CETESB, 2005B), e inclusive atender às exigências técnicas do órgão ambiental do Estado de São Paulo. Para tanto será necessário selecionar uma área de aproximadamente 30.000 m², de acordo com os critérios geoambientais estabelecidos, ou seja, uso do solo, distâncias, dimensões e vida útil, geologia e geotecnia. E torna-se prioritário a avaliação quanto ao custo-benefício para a administração municipal adquirir ou disponibilizar as áreas pré-selecionadas.

O desenvolvimento da pesquisa demonstrou ser possível minimizar a problemática dos resíduos sólidos urbanos. Porém, diante das dificuldades que o município apresenta, a administração municipal deve buscar recursos financeiros em Programas Ambientais Governamentais existentes (FECOP, FEHIDRO, entre outros), por meio da elaboração de planos de trabalho que demonstrem a problemática existente e soluções para sua adequação à legislação vigente.

Os objetivos propostos foram atingidos, porém, para atender às diretrizes para o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos, torna-se necessário que os governantes apresentem posturas compatíveis à gestão ambiental. Os municípios têm responsabilidade de gerenciar adequadamente os seus resíduos sólidos, como previsto na legislação e devem implementar o GIRSU como instrumento de Política Pública de Saneamento Ambiental. Dessa forma, os resultados apresentados neste trabalho podem também orientar outros municípios de pequeno porte com problemática semelhante.

Salienta-se que os princípios do desenvolvimento sustentável devem prevalecer sobre todos os aspectos em uma administração pública municipal. A concepção, o planejamento, a implantação e o respectivo monitoramento de projetos e programas, que sejam ambientalmente adequados, sanitariamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos, são os esperados na formulação de políticas públicas, em qualquer nível de governo.

Recomenda-se a continuidade dos estudos para a execução do projeto de engenharia à construção de um aterro sanitário de fácil operação e manutenção, remediação da área do

lixão e monitoramento de todos os procedimentos técnicos necessários. A administração municipal pode e deve estabelecer convênios com Instituições de Pesquisas de Universidades Públicas e órgãos governamentais, inclusive, para elaborar os Planos de Trabalho e respectivos projetos e viabilizar os recursos financeiros necessários à implantação das diretrizes propostas.

Recomenda-se ainda, a elaboração de avaliação econômica, para orientar à tomada de decisões quanto aos sistemas técnicos, construtivos e administrativos que podem ser adotados, inclusive estabelecendo o custo-benefício da implantação dos projetos e programas sócio-ambientais previstos nas diretrizes.

REFERÊNCIAS

- ANDREW, C.O.; HILDEBRAND, P.E. **Planning and Conducting applied agricultural Research**. Westview: Boulder, 94p.1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- _____.**NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004a. 71p.
- _____.**NBR 10007**: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b, 21 p.
- _____.**NBR 12809**: manuseio de resíduo de serviço de saúde. Rio de Janeiro, 1993. 4 p.
- _____.**NBR 12980**: coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos: terminologia. Rio de Janeiro,1993. 6p.
- BIDONE, F.R.A. (Org). **Metodologia e técnicas de minimização, reciclagem, e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.15-17.
- BONALUME NETO, R. Lixo é o espelho das sociedades humanas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.18, p.19-20, jan/jun. 1999.
- BRAGA, R.; CARVALHO, P.F. Instrumentos urbanísticos e gestão de resíduos: comentários sobre sua aplicação. In: CAMPOS, J.O.; BRAGA,R.; CARVALHO, P.F. (Org.).**Manejo de resíduos: pressuposto para a gestão ambiental**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal / Deplan / IGCE / UNESP, 2002. 112p.
- BRASIL Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Folha topográfica Aguai SF – 23 – Y – A – III – 1; escala 1: 50.000, 1972.
- _____.Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Folha topográfica Mogi Guaçu SF-23-Y-A-III-3. escala 1: 50.000, 1972.
- _____. Constituição (1988). Senado. Legislação. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 5 out.1988. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const>>. 10 jul.2006.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&paginaatual=1&letra=C>>. Acesso em: 02 fev.2006.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável**: manual da educação. Brasília: Consumers Internationall/IDEC, 2002a. 144 p.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas Editora / FFLCH/USP, 2003.
- CÂNDIDO, L.W. **Identificação e mapeamento de cavas e pilhas de bota-fora de mineração como unidade geológico-geotécnica no município de Estiva Gerbi, SP**. 2004. 67p. Dissertação. (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

CÂNDIDO, L.W.; ZAINE, J.E. **Identificação e mapeamento de cavas e pilhas de bota-fora de mineração como unidade geológico-geotécnica no município de Estiva Gerbi - SP.** Rio Claro:IGCE, UNESP . No Prelo.

CASTILHOS JR. (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. Disponível em:<<http://www.rimaeditora.com.br>>. Acesso em: 09 abr.2005.

COLETA e disposição final de resíduos. **Ambiente Brasil on line [?].** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./residuos/index.php3&conteudo=./residuos/lixo.html>>. Acesso em: 18 fev. 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (SP). **Áreas Contaminadas.** São Paulo: CETESB, [2003?]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_area.asp>. Acesso em: 20 fev. 2004.

_____. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: relatório de 2003.** In: NOVAES JR., A. V; SAVASTANO NETO, A. ; SOUSA, M.C. (Coord.). São Paulo: CETESB, 2004. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2004. Série relatórios.

_____. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: relatório de 2004.** In: NOVAES JR., A. V; SAVASTANO NETO, A. ; SOUSA, M.C. (Coord.). São Paulo: CETESB, 2005a. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2005. Série relatórios.

_____. **Procedimento para implantação de aterro sanitário em valas. Aterro em valas.** São Paulo: CETESB, 2005b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2006. Apostilas Ambientais.

_____. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: relatório de 2005.** In: NOVAES JR., A.V; SAVASTANO NETO, A. ; SOUZA, M.C.; ASSUMPCÃO, M.H.P.L. (Coord.). São Paulo: CETESB, 2006. (Série relatórios / Secretaria do Meio Ambiente). Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 3 mar. 2006. Série relatórios.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. **Guia da coleta seletiva de lixo.** São Paulo: CEMPRE, 1999.

CONCEIÇÃO, M.M. **Os empresários do lixo.** Campinas, SP: Átomo, 2003.

CONSONI, A. J. **Auditoria ambiental automatizada como procedimento para melhoria do gerenciamento ambiental em aterros sanitários no Estado de São Paulo.** 2001. 2v.. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CONSONI, A. J.; TRESSOLDI, M. Disposição de resíduos. In: OLIVEIRA; BRITO (Ed.). **Geologia de engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (United States). **The solid waste dilemma: agenda for action.** Washington: U.S. Government Print Office, 1989. 70p.

ESTIVA GERBI. Departamento de Obras e Serviços Municipais. **Perfil Municipal.** Estiva Gerbi: Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi, 2004a. Relatório 2004.

_____. Departamento de Obras e Serviços Municipais. **Plano Diretor de Saneamento de Resíduos Sólidos**. Estiva Gerbi: Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi, 2004b.

FERREIRA, A. (Coord.) **A questão dos resíduos sólidos urbanos**: um projeto institucional da UNESP. São Paulo: FUNDUNESP, 1994. 74p.

FÓRUM Nacional Lixo e Cidadania. Pesquisa UNICEF [2000?]. **Lixo e cidadania on line**. Disponível em: <<http://www.lixoecidadania.org.br/lixoecidadania/>>. Acesso em: 18 fev. 2005.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GODIM, J.A.; SANTOS, R.F. (Org.) **Reciclagem**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2003. Apostila.

GOMES, P.C.B. (Coord.). Plano da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. São Carlos: Suprema, 2003. 300p.

GOMES, L.P.; MARTINS, F.B. Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte. In: CASTILHOS JR, A.B. (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos**: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. Disponível em:<<http://www.rimaeditora.com.br>>. Acesso em: 09 abr.2005.

GRIMBERG, E. A política nacional de resíduos sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social. **Polis online**. São Paulo, 22 jul.2004. Disponível em: <http://www.polis.org.br/argito_interno.asp?codigo=35>. Acesso em: 15 jun. 2006.

HERINGER, A. **Lixo**: o que fazer com ele? [2003?] Disponível em:<<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>>. Acesso em: 9 fev.2004.

HINRICHS, R.A. **Energy**. New York: Phototake, 1991. 560p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo** – escala 1: 1.000.000. São Paulo. 2 v. (IPT. Séries monografias), 1981.

_____. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1998.

_____. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

LAJOLO, R.D. (Coord.). **Cooperativa de catadores de materiais recicláveis**: guia de implantação. São Paulo: IPT/ SEBRAE, 2003.

LANGE, L.C.; SIMÕES, G.F.; FERREIRA, C.F.A. Aterro sustentável: um estudo para a cidade de Catas Altas, MG. In: CASTILHOS JR. (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos**: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. Disponível em:<<http://www.rimaeditora.com.br>>. Acesso em: 09 abr.2005.

LIMA, L.M.O. **Tratamento de lixo**. 2. ed. São Paulo:Hemus, 1991, 242p.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade**: princípios, indicadores e instrumentos de ação. 2002. 207f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

MONTEIRO, J.H.P. et al. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República; Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/>>. Acesso em: 12 jul. 2004.

OLIVEIRA, S. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos na Microrregião Homogênea Serra de Botucatu**: caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu, SP. 1997. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

PAIVA, I.E.P.; ZANTA, V.M. Aterros sanitários em municípios de pequeno porte na região semi-árida do estado da Bahia: estudo do potencial de aplicação de tecnologias simplificadas. In: VII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 7., 2004. **Projetos Sócio-econômicos**. São Paulo: ABES, 2004. 1 CD.

PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. Uma introdução à questão ambiental. In: PHILIPPI JR.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. (Ed.). **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. (Coleção Ambiental; 1).

PHILIPPI JR.; BRUNA, G.C. Política ambiental e gestão ambiental. In: PHILIPPI JR.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. (Ed.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. (Coleção Ambiental; 1).

PHILIPPI JR.; AGUIAR, A.O. Resíduos sólidos: características e gerenciamento. In: PHILIPPI, JR. (Ed.). **Saneamento, saúde e meio ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2).

PHILIPPI JR.; MALHEIROS, T.F. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. In: PHILIPPI JR. (Ed.). **Saneamento, saúde e meio ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2).

QUEIROZ, L. **Aldo Rabelo anula votação de relatório sobre resíduos**. Brasília, 30 jun. 2006. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/agencia/default.asp>>. Acesso em: 10 jul.2006.

REDAELLI, L.L.; CERELLO, L.C. Escavações. In: OLIVEIRA, A.M.S; BRITO, S.N.A. (Ed.). **Geologia da Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

RODRIGUES, L. F.; CAVINATO, V.M. **Lixo: de onde vem? para onde vai?** São Paulo: Moderna, 1997.

SÁNCHEZ, L.E. Revitalização de áreas contaminadas. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas: aspectos técnicos, legais e financeiros**. São Paulo: SIGNUS, 2004.

SANT'ANA FILHO, R. **Importância dos serviços de limpeza urbana**. In: ADMINISTRAÇÃO DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA, 1, 1991, Belo Horizonte. **Curso...** Belo Horizonte: ABES, 1991. p.1-41.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Economia e Planejamento. Fundação Prefeito Faria Lima **Cidades**. São Paulo, SP, [199-]. Disponível em: <http://www.turismopaulista.sp.gov.br/cidades/index_cidades2.asp>. Acesso em: 02 ago. 2004.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento. **A cidade e o lixo**. São Paulo, SP, 1998. 100p.

_____. Secretaria de Economia e Planejamento. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo: 2002**. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br>>. Acesso em: 02 ago 2004.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Cadernos de legislação ambiental estadual. **Licenciamento Ambiental**. São Paulo, SP, 2003. vol.1 251p. Disponível em:< <http://www.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2006.

_____. Lei nº 12.303, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Poder Executivo. Seção I. São Paulo, SP, v.116, n.51, p 1-4, 17 mar.2006. Disponível em: <<http://www.imprensa.official.com.br>>. Acesso em 15 jul.2006.

SELIAR, M.A. **A matéria fora do lugar**. Ciência e ambiente, Santa Maria, v.18, p.11-12. jan/jun. 1999.

SHNEIDER , V.E. et al., **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde**. 2.ed. rev. e ampl., Caxias do Sul: EDUCS, 2004.

TEIXEIRA, E.N. Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica. In: PROSAB. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. capítulo 3.

_____. Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE REUSO/RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS, ago. 2000, São Paulo, **Anais...** São Paulo: SEMA, 2000.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. Biblioteca. **Normalização Documentária**. Rio Claro, [2006?] DISPONÍVEL em: <<http://www.rc.unesp.br/biblioteca/normasabnt.php>>. Acesso em: 15 jun.2006.

_____. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. **Normas para elaboração de dissertações e teses**. Rio Claro, [2004?]. DISPONÍVEL em:<<http://www.rc.unesp.br/igce/pos/indexpos.html>>. Acesso em: 15 jun.2006.

YAMADA, T.D. **Caracterização geológica-geotécnica aplicada à instalação de postos de combustíveis em Rio Claro (SP)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

ZANTA, V.M., FERREIRA, C.F.A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: CASTILHOS JR. (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. Disponível em:<<http://www.rimaeditora.com.br>>. Acesso em: 09 abr.2005.

ZIONI, F. Sociedade, desenvolvimento e saneamento. In: PHILIPPI JR. (Ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

ZUQUETTE, L.V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras**. 1987. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

APÊNDICE

Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Estiva Gerbi (SP). LEALDINI, M.L.C.

Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Estiva Gerbi (SP). LEALDINI, M.L.C.

Diretrizes para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos em Estiva Gerbi (SP). LEALDINI, M.L.C.

PLANO DE TRABALHO

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE COLETA SELETIVA E GALPÃO DE TRIAGEM MUNICÍPIO DE ESTIVA GERBI

1 DEFINIÇÃO DO NOME DO PROJETO

Nome:

Discussão com os catadores e selecionar sugestões.

Depois efetuar votação para a escolha do nome. Elaborar uma logomarca para o projeto.

2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 Objetivos

- Propiciar aos catadores o acesso ao conhecimento técnico necessário para a implantação de um programa de coleta seletiva de lixo no município e para a operação de uma unidade de triagem e comercialização de materiais recicláveis.
- Qualificar o trabalho executado de forma a separar, selecionar e classificar os recicláveis de acordo com as normas exigidas, executando a logística, sendo a renda revertida total e igualmente entre os catadores.
- Gerar trabalho e renda para uma parcela da população até então excluída no mercado de trabalho (catadores de rua/lixão).
- Implantar um programa de coleta seletiva que considerasse os principais aspectos técnicos e variáveis que interferem em seu bom funcionamento.
- Reduzir o volume de lixo aterrado no município.
- Despertar novos hábitos e rotinas nos moradores e comunidades com relação a geração e destinação do lixo.
- Obter apoio do comércio, prestadores de serviços, e das indústrias existentes no Município e região.
- Elaborar um programa de educação ambiental nas escolas do Município.
- Conseguir colaboradores no desenvolvimento, implantação e manutenção do projeto.
- Contribuir para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do Município.

2.2 Descrição

O projeto será implementado por iniciativa do Departamento de Promoção Social e do Departamento de Obras e Serviços Municipais, com apoio dos demais departamentos, prioritariamente envolvendo os Departamentos de Educação, Saúde e Assessoria Jurídica da Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi.

Propõe-se estabelecer parcerias para o desenvolvimento do Projeto, incluindo a ATREGER, Associação dos Trabalhadores na Coleta e Reciclagem dos Resíduos Domésticos e Recicláveis de Estiva Gerbi e região.

Definição das medidas emergenciais com relação ao lixão: controle, e esquema de minimização da deposição de resíduos, com prazos para sua desativação, e definição de nova área para destinação adequada.

São propostas atividades de capacitação para agregar conhecimentos técnicos sobre a coleta seletiva de lixo, organização e capacitação de catadores, com o objetivo futuro de implantar uma cooperativa popular no Município.

Os esforços iniciais devem ser na indicação da parte da prefeitura do coordenador e responsável pela execução do projeto. Devendo inclusive definir uma estrutura de profissionais, que ficarão sob sua coordenação geral.

A equipe deve mobilizar diversos setores da sociedade do Município e região, como empresários, líderes religiosos e comunitários, bem como as organizações não-governamentais, entidades, escolas e universidades e instituições públicas, com o objetivo de formar um grupo de apoio ao Projeto, estabelecendo parcerias e colaboradores.

Prioritariamente será desenvolvido a capacitação para Educação Ambiental de uma equipe técnica, que inclua Profissionais do Departamento da Promoção Social, da Divisão de Meio Ambiente, da Saúde, professores, e representantes dos catadores cadastrados. Em contrapartida ao curso efetuado pela Administração Municipal, a equipe ficará responsável pela elaboração de um Programa de Educação Ambiental a ser implantado no Município. Neste projeto devem ser definidas as ações e atividades para compor um cronograma de implantação do projeto.

Toda a comunidade deverá ser sensibilizada e informada com relação ao Projeto de Coleta Seletiva e Central de Triagem, valorizando o trabalho e promovendo a geração de renda dos catadores.

Este Programa Municipal de Educação Ambiental deverá ser levado às escolas, creches, departamentos da Prefeitura, entidades e à comunidade do Município.

3 METAS DO PROJETO

- Envolver a comunidade e estabelecer parcerias para o seu desenvolvimento.
- Valorização da figura do CATADOR como agente ambiental.
- Geração de trabalho e renda, nos princípios da Economia Solidária.
- Formação de cooperativa para regularização do trabalho inicial.
- Participação da Organização dos CATADORES em eventos Municipais, tais como feiras, festas, encontros, entre outros. Objetivando a valorização da figura do catador e aplicando a educação ambiental na utilização de lixeiras e PV's corretamente
- Garantia de legislação municipal para promover o **Projeto** (nome escolhido).

3.1 Parcerias

Estabelecer parcerias para obtenção de recursos financeiros, apoio técnico e profissional, e como veículos de divulgação do projeto:

- Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi: Departamento de Promoção Social e Departamento de Obras e Serviços Municipais – Divisão de Meio Ambiente, e demais departamentos afins.
- ATREGER – Associação dos Trabalhadores na Coleta e Reciclagem de Resíduos Domésticos e Recicláveis de Estiva Gerbi e região.
- Parcerias com o Governo Federal e Estadual para alocação de recursos e desenvolvimentos de programas ambientais e de economia solidária.
- Entidades existentes no Município.

3.2 Colaboradores

- Levantar possíveis colaboradores, e estabelecer contatos para firmar apoio.
- Cempre – Compromisso Empresarial com a Reciclagem (ATREGER tem contato).
- Tetra pack – fornecimento de material educativo.
- E outros órgãos, prestadores de serviço, entidades, comunidades religiosas e empresas interessadas em serem favorecidas na implantação de suas Certificações Ambientais (ISO's).

3.3 Convênios / prestação de serviços

- Estabelecer convênios preferencialmente para desenvolvimento de trabalhos de incubação, qualificação e estudos técnicos, com relação ao gerenciamento do lixo municipal e do projeto Coleta Seletiva/Galpão de Triagem, com Universidades Municipais e Estaduais.
- Se houver carência ou impossibilidade de convênio com estas Universidades, pode-se optar pela contratação de prestadora de serviços ou profissionais para desenvolvimento dos cursos de capacitação junto aos catadores, ou investir na capacitação de Equipe Municipal para a finalidade pretendida.
- Minimizar os custos de projetos para maiores investimentos na execução da qualificação e capacitação dos trabalhadores e na educação ambiental da comunidade, e, funcionamento da infra-estrutura física do projeto.

4 SERVIÇOS PRODUZIDOS PELO PROJETO (nome do projeto)

1. coleta seletiva e contato direto com a comunidade – educação ambiental;
2. separação;
3. seleção e classificação (Triagem);
4. enfardamento (beneficiamento); e,
5. comercialização.

A Coleta Seletiva “Porta A Porta”, deverá ser efetuada independente da Coleta Regular.

Devendo ser iniciada no período da manhã, deixando a parte da tarde para os serviços necessários de triagem, acondicionamento e enfardamento no Galpão de Triagem.

No galpão (central de triagem: separação/triagem/enfardamento) – todos os catadores deverão efetuar a triagem e dispensar horário para demais atividades previstas (inclusive de capacitação dos catadores).

Sendo que as regras deverão ser decididas durante a formulação do Regimento Interno.

OBS:

- Com relação a **COLETA SELETIVA** - a cidade poderá ser dividida por setores – fazendo 1 setor em cada dia da semana.
- Para a **coleta porta a porta**, serão divididos os catadores em duplas (nunca sozinho) de acordo com o setor do dia.
- No caso da utilização de um caminhão, este estaciona num ponto ou cruzamento de ruas para receber os sacos de recicláveis distribuídos na semana anterior.

- Caso não seja possível num primeiro momento a disponibilização do caminhão pela Prefeitura, poderá ser efetuada através de carrinho manuais, mas estruturados para a finalidade de coleta e manuseados pelos catadores.
- Toda semana serão distribuídos nos domicílios sacos de lixo (cor preta - de 100 a 200 kg) para acondicionamento em separado dos recicláveis, que serão recolhidos na semana posterior.
- Deverá haver um monitoramento para controle da adesão dos moradores e aplicação da educação ambiental (sensibilização e estímulos à colaboração com o projeto cidadania).

5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Os EPI's deverão ser utilizados durante a Coleta Seletiva nas ruas e demais locais no Município. E também no processo de triagem no Galpão. Deverão ser discutidas as normas de usos destes equipamentos pelos catadores durante sua organização.

Os catadores deverão ter uma logomarca e uniformes, podendo ser camisetas, calças, bonés, calças, coturnos, além dos equipamentos de segurança individual, inclusive os mantendo em perfeito estado de utilização (regras ou normas de usos)

6 FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO DOS TRABALHADORES

Os esforços de formação dos catadores, além dos conhecimentos técnicos operacionais, deverão ser centrados na capacitação do grupo para o gerenciamento do empreendimento, no sentido da auto-sustentabilidade e auto-gestão (economia solidária).

Os encontros de capacitação devem obedecer uma rotina semanal de reuniões e trabalhos. Deverá também ser definido um cronograma específico para este item discutido. Definir Estatuto e Regimento da Cooperativa.

Deverá ser efetuado cálculo (previsão orçamentária/ custos) por períodos, para manutenção do projeto até sua auto-sustentabilidade.

Os temas e cursos de capacitação junto ao GRUPO (catadores), deverão ser definidos de acordo com as prioridades em face da situação atual do Grupo.

Temas sugeridos e que devem ser discutidos para o desenvolvimento do Grupo:

- alfabetização;
- meio ambiente e saneamento ambiental;
- auto-estima e valorização profissional do catador;
- segurança, higiene, nutrição e saúde pública;
- primeiros socorros;
- relacionamento com a comunidade e educação ambiental;
- valores cooperativistas, nos princípios da economia solidária;
- captação de recursos, estabelecimento e manutenção das parcerias e colaboradores;
- empreendedorismo, gestão de negócios-contabilidade, auto-sustentabilidade;
- gestão cooperativa e cooperativismo – auto-gestão;
- reciclagem/artesanato/ e novas formas de agregar valores aos recicláveis;

- alternativas de crescimento e troca de experiências com outras organizações, e,
- outros definidos pelo Grupo e necessários durante a implantação, manutenção e desenvolvimento do projeto.

7 INFRA-ESTRUTURA NECESSÁRIA AO PROJETO... (nome do projeto)

- Galpão para recebimento dos materiais recicláveis.
- Equipamentos para seleção, triagem e beneficiamento dos recicláveis.
- Instalação dos equipamentos, de acordo com as normas de segurança.
- Veículos (caminhão, carrinhos) para a Coleta Seletiva – Porta a Porta.
- BAG'S de rafia e sacos de lixo (100 a 200 kg) para entrega a comunidade participante do projeto.
- PEV's, aquisição, manutenção e distribuição em pontos pré-estabelecidos de acordo com a demanda inicial e prevista para ampliação do sistema.
- Materiais permanentes e equipamentos permanentes.
- EPI's - equipamentos de proteção individual.
- Materiais de divulgação e informação.
- Gastos de energia/água/telefone – definir competências.
- Funcionários ligados à Administração Municipal e que darão suporte ao empreendimento;
- Suporte legal, elaboração de legislação municipal e sua aprovação na Câmara Municipal e de termos de parceria e convênios a serem realizados durante a implantação e manutenção do projeto; e,
- Suporte técnico e financeiro inicial, e de manutenção do projeto até sua auto-gestão e auto-sustentabilidade (estabelecer cronograma de prazos).

Mão de obra: de um modo geral os trabalhadores não têm vínculo empregatício com a organização. Os catadores de recicláveis são portanto, trabalhadores autônomos, que receberão de acordo com a receita obtida pela organização rateada em partes iguais entre os seus membros. Deverá ser estimulada à formação da cooperativa, definindo-se prazos para sua implantação.

Documentação legal: com a ajuda de um advogado, os trabalhadores devem discutir e elaborar um estatuto da organização, sua forma, prazos, localização, e, ainda a elaboração conjunta de um regimento interno, onde serão definidas as responsabilidades do trabalhador e da Coordenação do Projeto, bem como da Prefeitura Municipal como agente do projeto e dos parceiros e colaboradores envolvidos.

OBS. (1): Para a formação de uma cooperativa, a lei exige um número mínimo de 20 pessoas, o que para a finalidade proposta, torna-se um nº ideal, tendo em vista o porte do Município. Também é necessária a inscrição da entidade junto à Prefeitura Municipal. Finalmente, as cooperativas também serão tributadas, pagando ICMS e IPTU.

OBS. (2) : Talvez, para o empreendimento, num primeiro momento, pode-se optar pela organização dos catadores na forma de Projeto Social em parceria com a Associação de Catadores (ATREGER) e após o período de capacitação e

implantação do projeto técnico, das construções (Galpão de Triagem e aquisição dos equipamentos necessários) serem direcionados para a formalização de uma cooperativa popular ou outra forma de organização regulamentada por legislação pertinente.

8 EQUIPAMENTOS PRIORITÁRIOS PARA O PROJETO

| | |
|--|-----------------------------|
| Prensa hidráulica – (MP 1100x600x1000 – motor 15 cav.)..... | R\$ 9.880,00 |
| Balança eletrônica –(modelo Slim P Aço – 1,20x1,20m – cap. 600 kg)..... | R\$ 4.700,00 |
| Empilhadeira manual elétrica (BYG Ar 1000 v 12)..... | R\$ 6.327,29 |
| Carrinho hidráulico..... | R\$ 607,39 |
| Mesa de separação – 10 m. comp x 1,20 larg. (madeira/revest.fórmica) (32 mts vigora 6x12, 25 mts caibro 6x8)..... | R\$ 1.837,00 |
| 10 lixeiras (60 litros) – polietileno com tampa vai/vem (65,00 cd)..... | R\$ 650,00 |
| | Total: R\$ 24.001,68 |
| | (abril/ 2004) |

Observação: Se faz necessário atualizar os valores apresentados no ITEM 8.

Consultar sites no CEMPRE – www.cempre.org.br ou similares. Efetuar orçamento de: EPI’S, UNIFORMES (camisetas com logomarca do projeto), como também orçar a reforma do CAMINHÃO PARA A COLETA SELETIVA (transformação em caminhão baú nas cores da campanha e com a logomarca do projeto).

9 LANÇAMENTO DO PROJETO (nome do projeto)

- Definir data de lançamento.
- Programar evento de lançamento.
- Propaganda e divulgação (inclusive efetuar orçamento de gastos previsíveis).

10 MONITORAMENTO DO PROJETO

O projeto deverá ser monitorado por equipe técnica da Prefeitura e da organização, definido o coordenador geral do mesmo.

11 ROTEIRO PRÁTICO DE ATIVIDADES

FÓRUM MUNICIPAL DE ESTIVA GERBI – Departamento de Serviço Social.

**“Programa de Economia Solidária do Município de Estiva Gerbi:
gerando trabalho e renda”.**

Ações desejáveis a partir do Fórum de Economia Solidária - em 09/04/2005:

1. Cadastramento para os Projetos de Economia Solidária – grupos de projetos.
2. Reuniões em grupo.
3. Capacitação inicial do grupos para o desenvolvimento do projeto proposto.
4. Definição dos projetos a serem desenvolvidos e a organização dos respectivos grupos de projetos.

Um dos projetos já definidos de Economia Solidária é o Projeto de Coleta Seletiva e Central de Triagem – organizando os catadores do Município.

1. Seleção dos Catadores de Materiais Recicláveis – formação do grupo de 20 catadores.
2. Reuniões e discussão semanais – definição de cronograma.
3. Definição do nome do Projeto.
4. Capacitação de Equipe Técnica do Projeto.
5. Capacitação para Educação Ambiental – Projeto Municipal de Educação Ambiental. (Faculdade Municipal Franco Montoro ou outra Instituição promova este curso)
6. Levantamento de prioridades.
7. Formação das Parcerias – definição dos prováveis parceiros.
8. Termos de acordo com os Parceiros e colaboradores.
9. Definição dos orçamentos para a infra-estrutura do projeto:
 - Central (Galpão) de Triagem: definição do local, obras necessárias e prazos de execução das mesmas. (sanitários/ espaço separado para refeições (pode ser externo num primeiro momento/ lay out da logística da Triagem).
 - Equipamentos para beneficiamento e processamento dos recicláveis.
 - Veículos – adaptação de caminhão, e/ou outros sistemas – tipo carrinho manual.
 - Material de divulgação, informação e de educação ambiental.
 - Material necessário (sacos de lixo/ bag's,)
 - PEV's (colocação em pontos estratégicos), em que momento serão colocadas.
 - Equipamentos de incêndio para o Galpão.
 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI's.
 - Uniformes e identificação dos catadores e do projeto (caminhão/ carrinhos).
11. Levantamento na região de possíveis compradores: levantamento de valores pagos ao produtos beneficiados (pesquisa de preços no mercado) e forma de entrega (retirada no Galpão ou entrega dos mesmos na recicladora).
12. Definição: benefícios iniciais da Prefeitura para o Projeto (cesta básica, e outros).
13. Capacitação dos catadores de recicláveis: criação do Estatuto/ regimento interno da Organização (objetivo formar a Cooperativa).
14. Lançamento oficial do projeto – definição de data.
15. Monitoramento do projeto - equipe técnica municipal e representantes da Organização dos Catadores de Recicláveis para:
 - Controle dos materiais arrecadados e beneficiados.
 - Controle das vendas.
 - Distribuição dos rendimentos.
 - Definição das metas a serem atingidas.
 - Avaliação do Programa de Educação Ambiental – ajustes.
 - E outros definidos em conjunto e Assembléias do Grupo.

Estiva Gerbi, 29 de abril de 2005.

Arq. Maria Lucinda C. Lealdini

ANEXO

CONAMA: Resolução nº 308, de 21 de março de 2002.**Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.**

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições previstas na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e em razão do disposto em seu Regimento Interno, anexo a Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994; e,

Considerando que a disposição inadequada de resíduos sólidos constitui ameaça a saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações;

Considerando as dificuldades dos municípios de pequeno porte para implantação e operação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos, na forma em que são exigidos no processo de licenciamento ambiental;

Considerando que a implantação de sistemas de disposição final de resíduos sólidos urbanos deve ser precedida de Licenciamento Ambiental concedida por órgãos de controle ambiental competentes, nos termos da legislação vigente e desta Resolução, resolve:

Art. 1º Estabelecer critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental, em municípios de pequeno porte, de unidades de disposição final de resíduos sólidos e para obras de recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Art. 2º Para fins desta Resolução consideram-se como resíduos sólidos urbanos, os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.

Parágrafo único. Ficam excluídos desta resolução os resíduos perigosos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente.

Art. 3º Aplica-se o disposto no art. 1º desta Resolução a municípios ou associações de municípios que atendam a uma das seguintes condições:

I - população urbana até trinta mil habitantes, conforme dados do último censo do IBGE; e

II - geração diária de resíduos sólidos urbanos, pela população urbana, de até trinta toneladas.

Art. 4º Para os efeitos desta Resolução, os empreendimentos de destinação final de resíduos sólidos deverão observar, no mínimo, os aspectos definidos no Anexo desta Resolução, no que se refere à seleção de áreas e concepção tecnológica.

§ 1º Caso o sistema de disposição final seja implantado na mesma área onde se encontra operando o atual lixão, o projeto deverá ser compatibilizado com essa condição, de modo a garantir a eficácia do sistema, a minimização dos impactos ambientais e a recuperação ambiental da área.

§ 2º Caso o sistema de disposição final venha a ser localizado em área diferente da do atual lixão, esta área deverá ser objeto de recuperação ambiental, incluindo a indicação do uso futuro da mesma.

Art. 5º O empreendimento de disposição final de resíduos sólidos contemplado nesta Resolução deverá ser submetido ao processo de licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental competente, integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA, observando os critérios estabelecidos no Anexo desta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá dispensar o Estudo de Impacto Ambiental-EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental-RIMA na hipótese de ficar constatado por estudos técnicos que o empreendimento não causará significativa degradação ao meio ambiente.

Art. 6º Aos órgãos de controle ambiental integrantes do SISNAMA incumbe a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização, bem como as providências decorrentes da legislação vigente.

Art. 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

ANEXO

ELEMENTOS NORTEADORES PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM COMUNIDADES DE PEQUENO PORTE:

Quanto à Seleção de Área

Aspectos a serem contemplados:

- I - as vias de acesso ao local deverão apresentar boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;
 - II- adoção de áreas sem restrições ambientais;
 - III - inexistência de aglomerados populacionais (sede municipal, distritos e/ou povoados), observando a direção predominante dos ventos;
 - IV - áreas com potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados;
 - V - preferência por áreas devolutas ou especialmente destinadas na legislação municipal de Uso e Ocupação do Solo;
 - VI - preferência por áreas com solo que possibilite a impermeabilização da base e o recobrimento periódico dos resíduos sólidos;
 - VII - preferência por áreas de baixa valorização imobiliária;
 - VIII - respeitar as distâncias mínimas estabelecidas em normas técnicas ou em legislação ambiental específica, de ecossistemas frágeis e recursos hídricos superficiais, como áreas de nascentes, córregos, rios, açudes, lagos, manguezais, e outros corpos d'água;
 - IX - caracterização hidrogeológica e geotécnica da área e confirmação de adequação ao uso pretendido; e
 - X- preferência por área de propriedade do Município, ou passível de cessão não onerosa de uso (comodato) a longo prazo ou desapropriável com os recursos de que disponha o Município.
- No caso de proximidade de aeroporto, deverão ser considerados os cuidados especiais estabelecidos pela legislação vigente.

Quanto aos Aspectos Técnicos

As tecnologias a serem adotadas na concepção e projeto dos sistemas de disposição final de resíduos sólidos a que se refere esta Resolução, deverão considerar os seguintes aspectos:

- I - os sistemas de drenagem de águas pluviais;
- II- a coleta e a destinação final e tratamento adequado dos percolados;
- III- a coleta e queima dos efluentes gasosos, quando necessário;
- IV - o uso preferencial de equipamentos simplificados para operação; e
- V- um plano de monitoramento ambiental.

A área selecionada para implantação do sistema de disposição final dos resíduos sólidos deverá ser isolada com cerca, impedindo a entrada de pessoas não autorizadas e de animais.

Quanto ao Licenciamento Ambiental

Os órgãos ambientais competentes deverão assegurar que o pedido de licença ambiental para os sistemas de disposição apresentem, no mínimo, os seguintes dados:

- I - identificação do requerente responsável pelo empreendimento;
- II -população beneficiada e breve caracterização dos resíduos a serem depositados no sistema de disposição final em licenciamento;
- III -capacidade proposta do local de descarga - vida útil desejável maior que quinze anos;
- IV- descrição do local, incluindo as características hidrogeológicas;
- V - métodos propostos para a prevenção e minimização da poluição ambiental;
- VI -plano de operação, acompanhamento e controle;
- VII -plano de encerramento e uso futuro previsto para a área;
- VIII- apresentação do Projeto Executivo do sistema proposto; e
- IX -projeto de educação ambiental e divulgação do empreendimento, sob princípios de coleta seletiva, e redução de resíduos.