

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS
DE PEQUENO PORTE: SISTEMATIZAÇÃO DE DIRETRIZES E
PROCEDIMENTOS**

STEFÂNIA APARECIDA CUSTÓDIO PELLEGRINO
ORIENTADOR: PROF. DR. BERNARDO A. NASCIMENTO TEIXEIRA

SÃO CARLOS – SP
2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS
DE PEQUENO PORTE: SISTEMATIZAÇÃO DE DIRETRIZES E
PROCEDIMENTOS**

Stefânia Aparecida Custódio Pellegrino

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

**SÃO CARLOS – SP
2003**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P386gr

Pellegrino, Stefânia Aparecida Custódio.

Gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: sistematização de diretrizes e procedimentos / Stefânia Aparecida Custódio Pellegrino. -- São Carlos : UFSCar, 2003.

152 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Resíduos sólidos. 2. Gestão de resíduos sólidos. 3. Municípios de pequeno porte. 4. Minimização de resíduos. 5. Lixo. I. Título.

CDD: 628 (20^a)

AGRADEÇO

A Deus pela oportunidade da experiência deste trabalho.

Aos meus pais, Vito e Sônia, por terem me direcionado para caminhos honestos.

Ao Prof. Dr. Bernardo A. do Nascimento Teixeira por me permitir crescer através de sua orientação.

A Prof. Dr.^a Viviana Maria Zanta Baldochi pelas sugestões e direcionamento no início deste trabalho.

Ao Prof. Dr. João Sergio Cordeiro pelas orientações e amizade no início e decorrer deste curso.

As amigas Valdete e Andréa pela convivência, sugestões e conselhos.

Aos professores e amigos Ivana e Vanildo que me incentivaram e despertaram o interesse para realização deste trabalho.

Aos funcionários da prefeitura municipal de Itamogi pela colaboração.

E a todos que direta e indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE QUADROS	ii
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 Introdução	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	3
2 Revisão Bibliográfica: Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos	4
2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS	4
2.1.1 <i>Resíduos Sólidos Urbanos</i>	5
2.1.1.1 Resíduos Sólidos Domiciliares ou Domésticos (RSD)	5
2.1.1.2 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	10
2.1.1.3 Resíduos Sólidos Volumosos (RSV)	10
2.1.1.4 Resíduos Sólidos Públicos (RSP)	12
2.1.1.5 Resíduos Sólidos Comerciais e Institucionais (RCI)	13
2.1.1.6 Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	14
2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	14
2.2.1 <i>Conceitos de Gestão e Gerenciamento</i>	14
2.2.2 <i>Princípios de Gestão</i>	15
2.2.3 <i>Instrumentos de Gestão</i>	20
2.2.3.1 Instrumentos Legais	20
2.2.3.2 Instrumentos Educacionais	22
2.2.3.3 Instrumentos Econômicos	26
2.2.4 <i>Competências Envolvidas com a Gestão de Resíduos Sólidos</i>	28
2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	31
2.3.1 <i>Considerações Iniciais</i>	31
2.3.2 <i>Manipulação e Acondicionamento</i>	33
2.3.3 <i>Segregação, Coleta e Transporte</i>	35
2.3.4 <i>Reciclagem, Tratamento e Destinação Final</i>	39
2.4 PROPOSTAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	42
2.4.1 <i>Proposta de Gestão de RSU segundo CEPIS/OPS/OMS</i>	42
2.4.1.1 Caracterização do Município	42
2.4.1.2 Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos	44
2.4.1.3 Implantação	44
2.4.1.4 Educação Ambiental	45
2.4.2 <i>Proposta de Gestão de RSU segundo SILVA (1997)</i>	45
2.4.2.1 Caracterização do Município	46
2.4.2.2 Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos	47
2.4.2.3 Implantação	49
2.4.2.4 Educação ambiental	50
2.4.3 <i>Proposta de Gestão de RSU para o Município de Pratápolis-MG (UFV, 1997)</i>	50
2.4.3.1 Caracterização do município	51
2.4.3.2 Elaboração do Planejamento e Projetos Técnicos	51
2.4.3.3 Implantação	52
2.4.3.4 Educação Ambiental	53
2.4.4 <i>Proposta de Gerenciamento de RSU segundo DIAS e NUNESMAIA (1995)</i>	54

2.4.4.1	Caracterização do Município	54
2.4.4.2	Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos	56
2.4.4.3	Implantação.....	57
2.4.4.4	Educação ambiental	57
2.4.5	<i>Considerações e análise dos modelos de gestão dos RSU para municípios de pequeno porte</i>	57
2.5	ALTERNATIVAS DE DISPOSIÇÃO FINAL PARA PEQUENAS COMUNIDADES	59
2.5.1	<i>Sistema de apoio à decisão (SAD) para seleção de áreas de aterros sanitários para pequenas comunidades (SOARES et al., 2002):</i>	59
2.5.2	<i>Concepção e Implantação de Células Pilotos de Aterramento de Resíduos Sólidos (PESSIM et al., 2002).</i>	60
2.5.3	<i>Trincheiras em Série para Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos segundo GOMES et al. (2002).</i>	61
2.5.4	<i>Implantação e Operação de um Aterro Sustentável para Pequena Comunidade (LANGE et al., 2002).</i>	63
2.5.5	<i>Formas de destinação simplificadas de RSS.</i>	66
2.5.6	<i>Considerações e Análise das Propostas de Sistemas de Disposição Final para Pequenas Comunidades</i>	69
3	método	72
3.1	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	72
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAMOGI E DE SEU SISTEMA RESÍDUOS SÓLIDOS	73
4	Diretrizes para a Gestão de Resíduos Sólidos em Municípios de Pequeno Porte	76
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	76
4.2	INDICAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE GESTÃO DOS RSU	77
4.2.1	<i>Sistematização das informações para elaboração do PGRSU</i>	77
4.2.2	<i>Orientações para escolha de alternativas.</i>	79
4.2.2.1	Levantamento de dados do Município e do Sistema de RSU existente	79
4.2.2.2	Minimização dos resíduos a serem coletados e dispostos	80
4.2.2.3	Coleta e transporte dos RSU	83
4.2.2.4	Destinação dos RSD e RCI	83
4.2.2.5	Redução, Coleta e Destinação dos componentes perigosos presentes nos RSD e RCI	84
4.2.2.6	Coleta e Destinação dos RCD	88
4.2.2.7	Coleta e Destinação dos RSV (Resíduos Sólidos Volumosos)	88
4.2.2.8	Coleta e Destinação dos RSP (Resíduos Sólidos Públicos)	89
4.2.2.9	Gestão dos RSS (Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde).....	89
4.2.2.10	Programa de educação ambiental.....	91
5	Aplicação da Proposta de elaboração de PGRSU para o município de Itamogi	94
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAMOGI	94
5.1.1	<i>Histórico do Município</i>	94
5.1.2	<i>Situação Geográfica</i>	95
5.1.3	<i>Clima, Altitude e Relevô</i>	96
5.1.4	<i>Economia</i>	96
5.1.5	<i>Demografia</i>	99
5.1.6	<i>Indicadores de Qualidade de Vida.</i>	101
-	Abastecimento de água e Esgotamento Sanitário	102
-	Drenagem	102
-	Energia Elétrica	103
-	Educação	106

- Saúde.....	107
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	108
5.2.1 <i>Estrutura administrativa</i>	108
5.2.2 <i>Legislação Municipal</i>	110
5.2.3 <i>Sistema de Acondicionamento e Coleta</i>	112
5.2.4 <i>Caracterização dos RS</i>	115
5.2.5 <i>Destinação dos RSU</i>	119
5.2.6 <i>Quantificação e Destinação dos RSS</i>	123
5.2.7 <i>Aspectos Econômicos</i>	125
5.3 PROPOSTA DO PGRSU PARA ITAMOGI.....	128
5.3.1 <i>Considerações Iniciais</i>	128
5.3.2 <i>Minimização dos resíduos a serem coletados e dispostos</i>	129
5.3.3 <i>Coleta dos RSD e RCI</i>	130
5.3.4 <i>Redução, Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos Perigosos nos RSU</i>	132
5.3.5 <i>Destinação dos RSD e RCI</i>	132
5.3.6 <i>Coleta e Destinação dos RCD</i>	135
5.3.7 <i>Coleta e disposição dos RSV</i>	135
5.3.8 <i>Coleta e Destinação dos RSP</i>	135
5.3.9 <i>Gestão dos RSS</i>	136
5.3.10 <i>Programa de Educação Ambiental</i>	136
5.3.11 <i>Considerações Finais</i>	137
6 Conclusões e Recomendações.....	140
7 Referências Bibliográficas	142
ANEXO 1.....	148

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 - Vala Séptica para RSS</i>	67
<i>Figura 2.2 – Silo para disposição dos RSS</i>	68
<i>Figura 4.1 - Mapa de localização do município de Itamogi no estado de Minas Gerais.</i>	96
<i>Figura 4.2 - Organograma do serviço de limpeza pública em Itamogi</i>	109
<i>Figura 4.3 – Foto do caminhão coleta domiciliar. (março de 2002)</i>	112
<i>Figura 4.4 – Mapa do malha urbana de Itamogi localizando os roteiros da coleta domiciliar.</i>	113
<i>Figura 4.5 – Trator com caçamba.</i>	114
<i>Figura 4.6 – Acondicionadores de Resíduos Sólidos: retângulo esquerda acondicionador menor, retângulo direita acondicionador utilizado pelos comércios.</i>	115
<i>Figura 4.7 – Gráfico Composição Gravimétrica</i>	117
<i>Figura 4.8 – Foto mostrando o lixão e mais abaixo a represa existente no local.</i>	119
<i>Figura 4.9 - Levantamento topográfico sem escala mostrando da área do lixão e as distâncias das nascentes e áreas vizinhas. (julho de 2002)</i>	120
<i>Figura 4.10 – Foto do lixão mostrando o acúmulo de água. (março de 2002)</i>	121
<i>Figura 4.11 – Foto do lixão mostrando o mistura dos vários tipos de resíduos. (março de 2002)</i>	121
<i>Figura 4.12 – Foto da vista geral do lixão (março de 2002)</i>	122
<i>Figura 4.13 – Foto do lixão mostrando a presença de catadores. (março de 2002)</i>	123
<i>Figura 4.14 – Foto do lixão mostrando o material separado pelos catadores.</i>	123
<i>Figura 4.15 – Foto do incinerador do hospital São João Batista de Itamogi</i>	124
<i>Figura 4.16 – Localização dos pontos geradores de RSS em Itamogi</i>	125
<i>Figura 4.17 – Balanço de Massa dos Resíduos Sólidos Urbanos</i>	133

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 2.1 - Estudo de alternativas para destinação de resíduos sólidos.....</i>	<i>56</i>
<i>Quadro 2.2 – Descrição dos custos com a implantação e operação do sistema</i>	<i>63</i>
<i>Quadro 3.1 – Sistematização de alternativas para elaboração do PGRSU</i>	<i>78</i>
<i>Quadro 3.2 – Vantagens e Desvantagens de alguns métodos de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos</i>	<i>82</i>
<i>Quadro 4.1 - Principais Produtos Agrícolas do Município de Itamogi em 2001</i>	<i>97</i>
<i>Quadro 4.2 – Pecuária: Principais Efetivos (1999)</i>	<i>97</i>
<i>Quadro 4.3 - Número de Comércio, Instituições e Prestações de serviços.....</i>	<i>98</i>
<i>Quadro 4.4 - População Ocupada por Setores Econômicos (1991).....</i>	<i>100</i>
<i>Quadro 4.5 - Consumo Energia Elétrica 1997-2001.....</i>	<i>104</i>
<i>Quadro 4.6 - Número de instituições de ensino.....</i>	<i>106</i>
<i>Quadro 4.7 - Número de Creches.....</i>	<i>106</i>
<i>Quadro 4.8 - Número de unidades de serviços de saúde.....</i>	<i>107</i>
<i>Quadro 4.9 - Quantificação dos RSD e RCI gerados em Itamogi.....</i>	<i>116</i>
<i>Quadro 4.10 - Porcentagem obtida por material</i>	<i>117</i>
<i>Quadro 4.11 - Resultados obtidos das pesagens realizadas.....</i>	<i>118</i>
<i>Quadro 4.12 - Rendimento mensal aproximado de um catador no lixão de Itamogi.....</i>	<i>122</i>
<i>Quadro 4.13 - Custo mensal dos equipamentos utilizados.....</i>	<i>127</i>
<i>Quadro 4.14 - Custo mensal dos equipamentos utilizados (Continuação).....</i>	<i>127</i>
<i>Quadro 4.15 - Custo mensal de mão de obra</i>	<i>128</i>
<i>Quadro 4.16 – Controle de Coleta</i>	<i>131</i>
<i>Quadro 4.17 – Controle de Custo.....</i>	<i>131</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 4.1 - Arrecadação Municipal 1998-2001 (Reais Correntes).....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 4.2 - População Residente 1970, 1980, 1991, 2000, 2001</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 4.3 - ICV - Itamogi, Sudoeste Mineiro, Minas Gerais e Brasil.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 4.4 - Mortalidade Infantil do Município de Itamogi.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela 4.5 - Mortalidade Total do Município de Itamogi</i>	<i>108</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

ABINEE.....	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT.....	Associação Brasileira Normas Técnicas
ANVISA.....	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CEDEPLAR.....	Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional
CEPIS.....	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CETESB.....	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CODEMA.....	Conselho Municipal do Meio Ambiente
CONAMA.....	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM.....	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA.....	Companhia Saneamento de Minas Gerais
ADEBRAS.....	Agência de Desenvolvimento Sustentável do Brasil Sudeste
EPA.....	Environmental Protection Agency
FEAM.....	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FUNASA.....	Fundação Nacional de Saneamento
GRSU.....	Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS.....	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IPT.....	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPTU.....	Imposto Predial e Territorial Urbano
LEV.....	Local de Entrega Voluntária
MMA.....	Ministério do Meio Ambiente
NBR.....	Norma Brasileira
OMS.....	Organização Mundial de Saúde
ONG.....	Organização não Governamental
OPS.....	Organizacion Panamericana de la Salud
PEAD.....	Polietileno de Alta Densidade
PET.....	Poli(etileno tereftalato)
PEV.....	Ponto de Entrega Voluntária
PGRS.....	Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PGRSU.....	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos
PMI.....	Prefeitura Municipal de Itamogi
PNRS.....	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC.....	Cloreto de Polivinila
RCD.....	Resíduos de Construção e Demolição
RS.....	Resíduos Sólidos
RCI.....	Resíduos Sólidos Comerciais e Institucionais
ONU.....	Organização das Nações Unidas
IDH.....	Índice de Desenvolvimento Humano

ICV.....	Índice de Condições de Vida
PGRSU.....	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
RSD.....	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSP.....	Resíduos Sólidos Públicos
RSS.....	Resíduos de Sólidos de Serviços de Saúde
RSU.....	Resíduos Sólidos Urbanos
RSV.....	Resíduos Sólidos Volumosos
SAD.....	Sistema de Apoio à Decisão
SEMAD.....	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SFPNSR.....	Subsídios para Formulação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos
SIG.....	Sistema de Informação Geográfica
SISNAMA.....	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UFMG.....	Universidade Federal de Minas Gerais
UTC.....	Unidade de Triagem e Compostagem
UVF.....	Universidade Federal de Viçosa

RESUMO

PELLEGRINO, Stefânia Aparecida Custódio (2003). *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte: sistematização de diretrizes e procedimentos*. São Carlos, 2003. 153p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

Um novo estilo de vida, com mudanças nos padrões de consumo e de geração de resíduos, se impõe para humanidade. No Brasil, o crescimento das cidades e, ao mesmo tempo, o aumento de consumo de produtos industrializados, são fatores comuns a praticamente todos os municípios. Deste modo, graves problemas têm sido acarretados, no que diz respeito à gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Em função do seu grande número, os municípios de pequeno porte contribuem com os problemas ambientais e sociais decorrentes. Assim, uma das principais medidas a serem tomadas para corrigir esta situação é o estabelecimento de Planos da Gestão dos RSU (PGRSU) gerados em tais municípios. O presente trabalho levantou alguns conceitos e modelos de gestão e gerenciamento de RSU, visando fornecer orientações para elaboração de PGRSU para municípios de pequeno porte, embasados nos conceitos de minimização. Os municípios de pequeno porte podem contar com algumas facilidades no que diz respeito a uma gestão mais integrada dos diferentes resíduos, em especial a comunicação com a população, a fiscalização das medidas propostas, a organização da sociedade no processo gestão dos RSU. Além disto, a quantidade de resíduos gerados é menor e os processos de segregação, coleta e disposição podem ser mais simplificados. Por outro lado, tais municípios enfrentam dificuldades para a implantação de uma boa gestão dos RSU, entre elas a falta de recursos financeiros e humanos. Levando em conta tais características, foram sistematizadas algumas diretrizes e estabelecidos alguns procedimentos que melhor se adaptem aos referidos municípios, contemplando soluções simplificadas, de baixo custo, acessíveis a técnicos e administradores sem especialização no tema e que envolva a população. Tais orientações foram aplicadas a um caso específico de município de pequeno porte (Itamogi-MG). Como produto final, foi elaborado um PGRSU, incorporando características locais previamente identificadas, tanto de ordem geral como relativas aos RS. A metodologia empregada nesta elaboração mostrou-se adequada para definir uma gestão dos RSU que atenda as necessidades e limitações desses municípios.

Palavras-chaves: Resíduos Sólidos, Gestão de Resíduos Sólidos, Municípios de Pequeno Porte, Minimização de Resíduos .

ABSTRACT

PELLEGRINO, Stefânia Aparecida Custódio (2003). *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte: sistematização de diretrizes e procedimentos*. São Carlos, 2003. 153p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

A new lifestyle, with changes in the consumption patterns and generation of residues, is imposed for humanity in Brazil, the growth of the cities and, at the same time, the increase in the consumption of industrialized products, are common factors to practically all the municipal districts. This way serious problems have been carted, regarding the inadequate administration of the urban solid residues (USW) generated. Because of its great number, the small municipal districts contribute with the current environmental and social problems. Thus, one of the main measures to be taken to correct this situation is the establishment of plans of the Management of USW (PMUSW) generated in such municipal districts. The present work lifted some concepts and administration models and management of USW, seeking to supply advices for the elaboration of PMUSW to small municipal districts, based in the minimization concepts. The small municipal districts can count with some facilities for an integrated administration of the different residues, especially the communication with the population, the inspection of the proposal measures, the organization of the society in the administration process of RSU. Besides, the amount of generated residues is smaller and the segregation process, collection and disposition can be simplified. On the other hand, such municipal districts face difficulties for the implantation of a good administration of USW, among them the lack of financial and human resources. Taking into account such characteristics, some guidelines were systematized and established some procedures that better adapt to the referred municipal districts, contemplating simplified solutions, of low cost, accessible to technicians and administrators without specialization in the theme and that involve the population. Such orientations were applied to a specific case of the small municipal district of (Itamogi-MG), allowing its evaluation by means of the elaboration of local PMUSW. In conclusion, it is possible to propose an administration of USW that assists the needs and limitations of those municipal districts.

Key words: Solids Wastes, Solids Wastes Management, Small Municipal District, Minimization of Wastes.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Nas últimas décadas, foi registrado um grande aumento no processo de urbanização da sociedade brasileira. Em 1960, apenas 44,7% da população vivia nas cidades e nesse período o Brasil ainda era classificado como um país agrícola. Hoje, a população urbana é aproximadamente 81,2% do total, tornando-se assim um país predominantemente urbano (IBGE, 2000).

A concentração da população nos espaços urbanos e o crescimento populacional favoreceram o aumento da geração de resíduos. Com o desenvolvimento de produtos industrializados, produtos descartáveis, maior número de embalagens e um grande incentivo à população para aumento de consumo por parte da mídia, incrementou-se a geração dos resíduos sólidos (RS).

Segundo dados do IBGE (2002), 59 % dos municípios dispõem os RS coletados de forma inadequada, em “lixões”, vazadouros, áreas alagadas ou mesmo aterros controlados. Os problemas decorrentes dessa atitude são bastante conhecidos, por exemplo, a transmissão de doenças, os impactos ambientais e sociais.

Um dos impactos decorrentes da disposição inadequada nestas áreas é a ação do percolado (líquido formado a partir da decomposição dos resíduos sólidos, mais a água

da chuva), seja através do escoamento para corpos d'água superficiais ou através da infiltração em lençóis subterrâneos, podendo comprometer a qualidade da água.

Pode ser verificada, também nos lixões, emissão atmosférica gerada pela digestão anaeróbia da fração orgânica (biogás) ou pela combustão dos resíduos sólidos, como também, pela queima intencional dos resíduos sólidos pelos catadores.

A atração de catadores pelo lixão é outro fator agravante. Esses catadores ferem-se constantemente com materiais cortantes, além de ficarem expostos às condições insalubres do local, pois a separação do resíduo reaproveitável ou reciclável é realizada sem nenhum critério ou cuidado.

No Brasil, segundo o último censo (IBGE, 2002), a população era de 169.544.443 habitantes, sendo que os municípios com população de até 20.000 habitantes representavam 73 % do total e os de até 100.000 eram 95,9 %. O País tem apenas 32 municípios com mais de 500 mil habitantes e somente 13 com mais de um milhão. Minas Gerais (853), São Paulo (645), Rio Grande do Sul (497) e Bahia (417) são os estados brasileiros com maior número de municípios.

A partir desses dados evidencia-se a existência de um grande número de municípios de pequeno porte distribuídos pelo território, que estão gerenciando inadequadamente os resíduos sólidos gerados, constatando-se, portanto, a necessidade de intervir nesta situação para a busca de soluções.

Uma das primeiras medidas a serem tomadas para se corrigir esta situação é o planejamento da gestão dos RS do Município. Estes planos devem contemplar desde a etapa de geração até a disposição adequada dos RS. As diretrizes a serem adotadas para a gestão dos RS devem contemplar, tanto quanto possível, aquelas contidas no contexto de Prevenção de Poluição e Minimização de Resíduos.

1.2 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho foi sistematizar diretrizes e procedimentos que possam orientar a elaboração de planos para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em municípios de pequeno porte.

Os objetivos específicos foram:

- identificar e sistematizar modelos de gestão de RSU, verificando e comparando as principais características presentes em cada um deles;
- organizar diretrizes e procedimentos a serem aplicados para a referida gestão, que estejam mais próximos da realidade de municípios de pequeno porte, especialmente na Região Sudeste brasileira;
- aplicar as diretrizes propostas na elaboração de um Plano de Gestão de RSU para o município de Itamogi-MG, verificando e corrigindo a sistematização feita.

2 REVISAO BIBLIOGRÁFICA: GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1 Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos

De acordo com a norma brasileira NBR – 10.004 da ABNT, a definição de resíduos sólidos é:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isto soluções técnicas economicamente viáveis, face de melhor tecnologia disponível.” (ABNT, 1987).

Ainda de acordo com a NBR – 10.004, os resíduos sólidos podem ser classificados em resíduos Classe I (perigosos), resíduos Classe II (não-inertes) e resíduos Classe III (inertes), segundo características definidas na própria norma.

2.1.1 *Resíduos Sólidos Urbanos*

Na proposta existente para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (WEB-RESOL, 2002b), os resíduos sólidos urbanos são definidos como aqueles provenientes de residências ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares ou a estes equiparados, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.

Segundo BIDONE e POVINELLI (1999), entre os resíduos urbanos estão enquadrados os residenciais, de varrição, de feiras livres, de capinação e poda.

De acordo com BARROS et al. (1995), os resíduos urbanos são compostos por resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos.

A partir da análise das referências citadas observa-se que não há uma definição única sobre o que são os resíduos sólidos urbanos (RSU), podendo variar segundo os diversos autores. Portanto, os resíduos a serem considerados como RSU dependem do contexto em que se estiver trabalhando. Esta discussão será abordada novamente no item 4.1 deste trabalho.

2.1.1.1 Resíduos Sólidos Domiciliares ou Domésticos (RSD)

MONTEIRO et al. (2001) definem como resíduos domésticos àqueles provenientes de atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais. Para estes autores, ainda estão incluídos nesta classificação os resíduos comerciais e públicos.

Segundo BARROS et al. (1995), resíduo domiciliar é todo material gerado no ambiente doméstico como restos de alimentos, embalagens, plásticos, vidros, latas, material de varredura, folhagens, lodos de fossas sépticas.

De acordo com PESSIN (2001), os materiais existentes no RSD são matéria orgânica putrescível, papel/papelão, plástico, metal ferroso, metal não-ferroso, vidro,

madeira, trapo, terra/cerâmica, contaminantes químicos, contaminantes biológicos e outros.

As características mais importantes deste grupo de resíduos são a sua geração em larga escala e de forma dispersa por todo o meio urbano, o seu conteúdo diversificado mas tipicamente não-perigoso e com grande presença de matéria orgânica. De modo geral, os RSD são a principal preocupação das administrações municipais em termos de gestão de RS, demandando os maiores esforços e custos.

Atualmente, tem se preocupado com os resíduos perigosos quando eles são gerados ainda no processo industrial. Entretanto, os resíduos domésticos também podem conter este tipo de material.

Devido às mudanças ocorridas nos padrões de vida modernos, começaram a ser gerados “resíduos perigosos” nas próprias residências, que podem incluir substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, reativas ou patogênicas. Eles estão presentes no cotidiano, para facilitar a vida doméstica, como resultado do emprego de produtos de limpeza, inseticidas, medicamentos, cosméticos, alimentos, entre outros. E estes produtos considerados facilitadores podem afetar a saúde dos seres humanos e do meio ambiente, seja na sua utilização ou quando descartados.

A população não está conscientizada destes problemas e de que:

“Embora o volume de resíduos perigosos gerado em cada residência seja muito menor do que o gerado nas indústrias, dois fatos não podem ser ignorados. Um deles é que a população também é responsável pela poluição industrial cada vez que consome seus produtos. O segundo é que se for considerado o total de residências, a quantidade total de resíduos perigosos domésticos deixa de ser desprezível.” (MILANEZ; THIEMANN; LEME, 2000)

Isso demonstra que a geração de resíduos perigosos nos domicílios não deve ser desprezada, havendo uma necessidade de gerenciamento destes produtos e conscientização da população.

Segundo MILANEZ; THIEMANN; LEME (2000) o Brasil ainda não possui dados estimativos da geração de resíduos perigosos no lixo doméstico. Mas de acordo com a prefeitura de Curitiba (PR), o maior volume de resíduos perigosos domésticos coletados eram latas de tintas, seguido por remédios vencidos e lâmpadas fluorescentes.

Além destes resíduos são encontrados outros resíduos no lixo doméstico como as pilhas, pesticidas, fertilizantes e materiais utilizados para limpeza.

- Pilhas e Baterias

As pilhas e baterias podem conter um ou mais dos seguintes metais: chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), lítio (Li), zinco (Zn), manganês (Mn) e seus compostos que causam impactos negativos sobre meio ambiente e, em especial, sobre o homem. Os metais como zinco, manganês e lítio não são limitados pela NBR 10.004. (MONTEIRO et al. 2001).

As substâncias das pilhas que contêm esses metais possuem características de corrosividade, reatividade e toxicidade e são classificadas com "Resíduos Perigos – Classe I". Para controle desses materiais foi aprovada uma nova legislação (Resolução no 257, de 30 de junho de 1999 do CONAMA -Conselho Nacional de Meio Ambiente).

De acordo com a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), as pilhas comuns e alcalinas, fabricadas por diversas indústrias já atendem os limites estabelecidos pelo CONAMA para 2001 (CECAE, 2002). Segundo aquela associação, estas pilhas não oferecem risco à saúde e nem ao meio ambiente, podendo ser dispostas, junto com os resíduos domiciliares.

Entretanto a resolução no 257, de 30 de junho de 1999 do CONAMA -Conselho Nacional de Meio Ambiente) define:

(...)

“Art. 8o. *Ficam proibidas as seguintes formas de destinação final de pilhas e baterias usadas de quaisquer tipos ou características;*

1- lançamento in natura a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;

2- queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados, conforme legislação vigente;

3- lançamento em corpos d'águas, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidade subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.”

A partir de análise do artigo 8º percebe-se que o problema não está resolvido uma vez que não são todos os municípios brasileiros que possuem disposição adequada.

- **Lâmpadas Fluorescentes**

De acordo com as lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares contêm no seu interior mercúrio, e quando são quebradas, queimadas ou enterradas em aterros sanitários transforma-se em resíduos perigosos Classe I. Uma vez que mercúrio é tóxico para sistema nervoso humano, quando inalado ou ingerido, pode causar uma enorme variedade de problemas fisiológicos.

Se o mercúrio é lançado no meio ambiente, e começa acumular-se como, por exemplo, nos tecidos dos peixes estes tornam menos saudáveis, ou mesmo perigosos se forem comidos freqüentemente. Há um grande risco para os fetos, que são particularmente sensíveis aos efeitos tóxicos do mercúrio, uma vez que na alimentação da mãe houver peixe contaminado. (MONTEIRO, et al. 2001)

A acumulação do mercúrio nos tecidos também pode contaminar outras espécies selvagens, como marrecos, aves aquáticas e outros animais.

- Tintas, vernizes e solventes.

No Brasil não há nenhuma legislação que regule os resíduos provenientes de tintas, vernizes e solventes quando presentes no lixo doméstico. Em tintas e vernizes pode-se encontrar cromo, chumbo, pentaclorofenol, etilbenzeno, tolueno, xileno, acetona e cresol. Em solventes encontra-se cloreto de metil-tolueno, acetona, metanol e álcool butílico.

As tintas látex, cujo solvente é a água, são menos poluentes, entretanto esse tipo de tinta para uso externo pode conter algumas substâncias tóxicas como fungicidas, devendo-se, portanto, estar atento às informações presentes nas embalagens.

- Pesticidas e fertilizantes

Os pesticidas utilizados no ambiente doméstico podem possuir e sua composição cloreto de metila, xilenos, 1,1,1-tricloroetano, metil-isobutil-cetona dicloro difenil tricloroetano (DDT), bifenilpoliclorinado (PCB) e carbaril. Estes produtos podem causar mal a saúde quando utilizados e ao ambiente quando dispostos inadequadamente.

Os fertilizantes normalmente compostos por nitrogênio, fósforo e potássio, apesar de não serem produtos tóxicos em pequenas quantidades, podem participar do processo de eutrofização de corpos d'água se descartados pela rede de esgoto sanitário.

- Outros resíduos perigosos presentes nos RSD

Os efeitos tóxicos dos produtos usados diariamente na limpeza doméstica são desconhecidos pela maior parte da população. Estes produtos são: hipoclorito de sódio (água sanitária), desinfetantes, limpadores multi-uso, naftalina, etc.

Termômetros (quebrados), remédios vencidos, seringas, fraldas descartáveis também podem representar problemas. Alguns remédios vencidos têm o potencial de contaminar o ambiente com seus componentes outros podem ser dispostos no esgoto

doméstico. Seringas, fraldas descartáveis, papel e absorventes higiênicos e agulhas são potenciais contaminantes.

2.1.1.2 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

A tecnologia construtiva brasileira atualmente utilizada favorece, grandemente o desperdício. Apenas em alguns casos, principalmente empresas maiores, é que há algum controle. Entretanto em obras de pequeno porte há pouco controle no consumo de materiais. Assim, a construção civil é uma das atividades tipicamente urbanas que mais gera resíduos.

De acordo com MONTEIRO et al (2001) em países desenvolvidos a média de resíduos provenientes de novas edificações encontra-se abaixo de 100kg/m^2 enquanto que no Brasil este índice gira em torno de 300kg/m^2 edificado, o que corresponde a 50% da quantidade em peso de resíduos sólidos urbanos coletados em cidades com mais de 500 mil habitantes de diferentes países, inclusive Brasil.

Os RCD são uma mistura de materiais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra, alguns deles podendo ser classificados como inertes e outros não.

2.1.1.3 Resíduos Sólidos Volumosos (RSV)

Os RSV são resíduos geralmente abandonados pela população em logradouros públicos, que devem ter coleta diferenciada por apresentarem-se volumosos e/ou com alguma dificuldade para manuseio. Constituem-se principalmente por móveis, eletrodomésticos, pneus, animais mortos, sucatas de veículos, etc (TEIXEIRA, 2001).

Os pneus são os que mais chamam a atenção neste grupo, pois podem gerar muitos problemas ambientais devido sua destinação inadequada. Se deixados em ambiente aberto, sujeito a chuvas, os pneus acumulam água, servindo como local para a

proliferação de insetos. Se encaminhados para aterros de lixo convencionais, provocam "ocos" na massa de resíduos, causando a instabilidade do aterro. Se destinados a unidades de incineração, a queima da borracha pode gerar material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento que pode ser de alto custo.

De acordo com MAIA (2002), o Brasil tem hoje pouco mais de 30 milhões de pneus velhos esperando a reciclagem. Desta forma foi determinado pela Resolução 258/99 do CONAMA que, desde o dia 1º de janeiro deste ano, um entre quatro pneus novos fabricados ou importados deverá ser destruído. Essa razão aumenta progressivamente até 2005, quando para cada quatro pneus novos produzidos ou importados, cinco pneus velhos deverão ser destruídos.

Esta resolução obrigou as indústrias de pneus a adotar tecnologias de reciclagem ou destiná-los para produção de energia. Segundo a Associação Nacional das Indústrias de Pneus (Anip), a expectativa é de que este ano sejam recicladas 7,5 milhões de peças, correspondendo a 17,5% dos 43 milhões de pneus produzidos ano passado.

No entanto, o volume de pneus reciclados este ano no País deve passar as 7,5 milhões de unidades estabelecidas na norma. Somente a Petrobrás, uma das seis empresas a atuarem no setor de reciclagem, espera transformar cerca de 5 milhões de pneus.

A empresa entrou no mercado há pouco mais de um ano com tecnologia inédita. “A Petrobras, com a Unidade de Negócios de Industrialização do Xisto (SIX), é a única no mundo que utiliza o processamento de pneus com xisto para a produção de gás e óleo combustível”.

A Midas Elastômeros do Brasil Ltda, implantou uma nova tecnologia de reciclagem de pneus. A unidade tem capacidade instalada de reciclagem de 300 mil pneus/mês. A expectativa da empresa é reciclar de cinco a seis milhões de pneus por ano, produzindo cerca de 20 mil toneladas de borracha regenerada. Segundo informado

pela empresa é cobrado aproximadamente \$R 500,00 por tonelada de pneus reciclado. A empresa tem como principais clientes as indústrias de pneus (com certificado ISO 14000) e prefeituras municipais.

Além das Petrobrás e da Midas, mais quatro empresas, todas cimenteiras, atuam no setor de reciclagem de pneus. São elas a Votorantim, Holcim, Lafage e Cimpor. Esta última, queima os pneus em fornos de cimento. As cimenteiras utilizam a borracha na fabricação de cimento.

Segundo fonte da ANIP, grande parte dos pneus reciclados tem como objetivo substituir o carvão e óleo na geração de energia. A expectativa das empresas brasileiras de pneus é produzir 45 milhões de unidades este ano (MAIA, 2002).

Ainda que a Resolução 258/99 do CONAMA esteja obrigando as indústrias de pneus a reduzirem a quantidade gerada, é necessário que se gerencie os pneus que não irão ser reciclados ou que já foram gerados. Para estes deve-se coletar e armazenar corretamente para que sejam estudadas soluções adequadas para cada município.

2.1.1.4 Resíduos Sólidos Públicos (RSP)

Segundo BARROS et al. (1995), os Resíduos Sólidos Públicos (RSP) são constituídos por resíduos da varrição, capina, raspagem, etc, provenientes de logradouros públicos, bem como animais mortos, entulhos de obras, móveis velhos, galhos grandes e outros materiais deixados pela população indevidamente nas ruas ou retirados das residências através do serviço de remoção especial.

MONTEIRO et al. (2001), definem como resíduos públicos os resíduos presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza, tais como folhas, galhadas, poeira, terra e areia, e também aqueles descartados irregular e indevidamente pela população, como entulho, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens e alimentos.

Ambos os autores incluem nos RSP materiais como entulhos e resíduos volumosos, que são enquadrados em outras categorias (RCD e RSV). O fato de estarem dispostos em logradouros, muitas vezes faz com que a atribuição de coletá-los recaia sobre o poder público. Porém, uma gestão correta deve evitar que isto ocorra, prevendo mecanismos nos quais os geradores assumam sua parte de responsabilidade, de modo que estes resíduos não se tornem “públicos”.

Assim, serão aqui considerados como RSP aqueles resultantes de podas de árvores, capinação e varrição de ruas, limpeza de bueiros e praças públicas, cemitérios ou aqueles provenientes de lixeiras públicas.

2.1.1.5 Resíduos Sólidos Comerciais e Institucionais (RCI)

De acordo com BARROS et al. (1995), Resíduos Comerciais são os produzidos em estabelecimentos comerciais, e suas características dependem das atividades ali desenvolvidas. Por exemplo, no caso de restaurantes, predominam os resíduos orgânicos; já nos escritórios verifica-se uma grande quantidade de papéis.

IBAM (2001), define como resíduos comerciais àqueles gerados em atividades comerciais, cujas características dependem do tipo de atividade realizada.

De acordo com BARROS et al. (1995), Resíduos Institucionais (RI) os provenientes das instituições públicas sendo que suas características podem permitir sua classificação como resíduo comercial.

Em geral, os RCI podem ser gerenciados conjuntamente com os RSD. A principal distinção entre ambos refere-se às quantidades geradas, que, no primeiro caso, podem concentrar-se em alguns estabelecimentos (aqueles de maior porte, como supermercados, shopping centers etc.) ou alguma região da cidade, enquanto os RSD distribuem-se por toda a área urbana.

2.1.1.6 Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

Os RSS são resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, postos de saúde e laboratórios, que podem conter materiais infectantes e/ou tóxicos (TEIXEIRA, 2001).

No Brasil os RSS são regulamentados pela Resolução RDC nº33, elaborada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Segundo a mesma, todos os serviços geradores de RSS terão prazo de 12 meses a partir de sua promulgação, para se adequarem as novas exigências, enquanto que os novos geradores deverão atender integralmente os requisitos, previamente ao seu funcionamento (ANVISA, 2003).

Segundo a resolução, os RSS podem ser divididos em 5 grupos: A (potencialmente infectantes, com possível presença de agentes biológicos), B (químicos), C (radioativos), D (resíduos comuns) e E (perfurocortantes). Todos os geradores do RSS deverão elaborar um Plano de Gerenciamento, em que, para cada um dos grupos, devem estar previstos procedimentos adequados, desde a segregação no momento e local da geração, até a destinação final. Desta forma, o gerenciamento dos RSS será facilitado, mesmo quando a coleta, o transporte e a destinação final ficarem a cargo do município, pois o material já estará previamente separado e acondicionado.

Os RSS serão aqui abordados como parte dos resíduos urbanos porque, normalmente, nos municípios de pequeno porte, o gerenciamento destes fica a cargo das prefeituras municipais.

2.2 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

2.2.1 *Conceitos de Gestão e Gerenciamento*

Existem diferentes conceitos sendo empregados aos termos Gestão e Gerenciamento. Para alguns autores estas palavras têm o mesmo significado enquanto que para outros existem definições diferenciadas. De acordo FERREIRA (1986) o termo

Gerenciamento é definido como ato ou efeito de administrar, negócios, bens, ou serviços. Enquanto que Gestão tem como definição “ato de gerir; gerencia, administração”. Conclui-se, portanto, que ambos os termos, segundo o referido autor, têm o mesmo significado.

Porém, uma definição mais específica, apresentada por ARAÚJO (2002), será adotada para este trabalho. Esta definição diferencia quais são as etapas desenvolvidas durante a gestão e o gerenciamento:

“(...) o termo gerenciamento deve ser entendido como o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão. Entende-se por gestão o processo de conceber, planejar, definir, organizar e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos. Este processo compreende as etapas de definição de princípios, objetivos, estabelecimento da política, do modelo de gestão, das metas, dos sistemas de controles operacionais, de medição e avaliação do desempenho e previsão de quais os recursos necessários”.

2.2.2 Princípios de Gestão

Devido as deficiências dos modelos de gestão existentes, novos princípios foram sendo incorporados e novos modelos de gestão de resíduos surgiram. Esta evolução pode ser dividida em três períodos.

De acordo com DEMAJOROVIC (1996), a primeira fase que prevaleceu até a década de 70 e caracterizava-se por priorizar apenas a disposição de resíduos. O único benefício desta fase foi a diminuição dos lixões existentes. A partir da década de 70 começaram a surgir críticas de grupos ambientalistas ao mesmo tempo em que se tornavam escassos os espaços disponíveis para construção de novos aterros. Além de um número cada vez maior de danos, como poluição dos lençóis de água subterrâneos, ficaram evidenciadas as limitações desta alternativa.

A segunda fase estabeleceu novas prioridades para gestão de resíduos sólidos, as quais eram: redução da quantidade de resíduo para a disposição final, reciclagem do material, incineração, reaproveitamento da energia resultante e disposição dos resíduos em aterro sanitários controlados.

Ainda, segundo o mesmo autor, no final da década de 80 começaram a surgir as primeiras críticas desfavoráveis ao grande estímulo da reciclagem, pois as vantagens atribuídas ao reaproveitamento dos materiais, como o menor consumo de energia e redução na quantidade de resíduos, deveriam ser reavaliadas.

Na terceira fase, foi incorporado o princípio da redução na fonte, invertendo a hierarquização utilizada na segunda fase. Em vez de buscar a reciclagem, propõe-se a reutilização. E, antes que sejam dispostos, devem ser incinerados, a fim de que seja reaproveitada a energia existente nos resíduos.

Assim o atual modelo de gestão atual preconiza diminuição de resíduos na fonte, a reutilização, e reaproveitamento da energia contida nos resíduos (DEMAJOROVIC, 1996).

De acordo com UNIVERSITY OF MICHIGAN (1995), durante as primeiras décadas de regulamentação ambiental nos Estados Unidos, o foco foi conter ou empregar tecnologias limpas. Desde de 1960 e 1970, estas estratégias têm resultado em um significativo melhoramento em muitos aspectos de qualidade ambiental. Entretanto regulamentações, que focam o fim do processo para prevenção de poluição, fazem pouco para prevenir a poluição ou evitar impacto – freqüentemente elas apenas causam a poluição em um meio diferente do que era inicialmente (água, ar ou solo) para outro.

Face às limitações inerentes às estratégias de gerenciamento de poluição, como contenções e remediações, muitos setores do governo e indústria estão implementando mais prevenção e pró-ações de controle, oferecendo um meio promissor para proteger o ambiente e alcançar mais eficiência no uso dos recursos.

A prevenção não é algo que pode ser simplesmente implantada pois envolve, a identificação da origem do resíduo e entendimento das fases do processo.

Freqüentemente o caminho para minimização da geração se faz pelo uso racional de fontes energéticas e materiais eficientes, necessitando de recursos humanos com habilidade, criatividade e visão holística para identificar opções para melhoramentos e inovações.

A Agenda 21 (CNUMAD, 1996), adota também os conceitos da Prevenção de Poluição. Segundo ela deve haver um manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos não tendo somente a preocupação em dispô-los e sim resolver o problema de forma que se mudem os padrões não-sustentáveis de produção e consumo, implicando na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta uma oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção ao meio ambiente.

A Agenda 21 (CNUMAD, 1996), objetiva uma redução de resíduos ao mínimo e o aumento ao máximo da reutilização e reciclagem, execução de depósitos e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos e maior abrangência de área dos serviços que ocupam dos resíduos, estando estes quatro itens integrados.

Dentro deste novo conceito de Gestão, várias terminologias estão sendo adotadas por diferentes grupos para definir os novos princípios. Alguns dos termos usados são: Redução na Fonte, Prevenção de Poluição, Minimização de Resíduos entre outros.

Segundo EPA citado por UNIVERSITY OF MICHIGAN (1995), define-se Redução na Fonte como: reduzir a quantidade de substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes no fluxo de produção ou final do processo, antes de promover a reciclagem, tratamento ou disposição; reduzir os perigos para a saúde pública e ao ambiente através modificações nas tecnologias e equipamentos; reformular e redesenhar os produtos; substituir materiais crus; melhorar a administração doméstica, manutenção, treinamento.

De acordo com UNIVERSITY OF MICHIGAN (1995), a Prevenção de Poluição pode ser definida como: redução ou eliminação de resíduos e poluentes em sua fonte, reciclagem, reúso, recuperação, ou modificação de práticas existentes. Se a poluição é evitada antes da geração, haverá muito menos poluição para ser gerenciada, tratada, disposta, ou eliminada.

Ainda segundo esse trabalho a Minimização de Resíduos é o “método de tratamento para redução de volume ou da toxicidade presente no resíduo”. Deste modo, entende-se que a prevenção é o conceito mais amplo e que engloba o conceito de minimização.

São algumas medidas para prevenção da geração como: redesenhar produtos para gerar menos resíduo ou poluição durante a manufatura, uso ou disposição, alterar o processo de produção para minimizar produtos químicos, implementar práticas de administração doméstica para evitar perdas, elaborar conceitos para reduzir o consumo de energia.

De acordo com GRONOW et al. (1998), a prática comum do gerenciamento de resíduos tem sido enfatizar o tratamento ou a disposição de resíduos no final do processo. Entretanto esses são os caminhos menos desejáveis para a solução do problema. O ideal seria eliminar totalmente a geração de resíduo, porém isto não é possível. Assim a atenção deve ser voltada para minimização na fonte ou para atividades como reúso e reciclagem. A minimização de resíduos sólidos está no topo de quase todas as versões da hierarquia da gestão de resíduos e é considerada a técnica mais importante para ser aplicada para os resíduos sólidos.

Ainda, de acordo com GRONOW et al. (1998), uma definição que está sendo formulada a partir de vários trabalhos estabelece: prevenção e redução da geração de lixo significa melhorar a qualidade do resíduo gerado, com redução de materiais perigosos, incentivo ao reúso, reciclagem e recuperação.

Segundo (Doe, 1995 e CCE, 1996) citado por GRONOW et. al. (1998), em ordem de preferência, a hierarquia de etapas para a para minimização de resíduo é: redução do consumo global, consumo seletivo (máximo uso de material secundário), eliminação da produção de resíduos, redução na fonte ou eliminação, reúso de materiais, reciclagem de material, recuperação de energia, tratamento, disposição em aterro.

De acordo com WEB-RESOL(2002b) serão princípios da Política de Gestão de Resíduos Sólidos: a não geração de resíduos; a minimização da geração; a reutilização, a reciclagem, o tratamento; a disposição final.

No Brasil, a proposta de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (KAPAZ, 2002), atualmente em fase de discussão para aprovação, traduz alguns conceitos da prevenção da poluição:

(...)

“I -disciplinar a gestão, reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos;

III -formar uma consciência comunitária sobre a importância da opção pelo consumo de produtos e serviços que não afrontem o meio ambiente e com menor geração de resíduos sólidos e de seu adequado manejo, bem como sobre a relevância da separação e adequada disponibilização do lixo domiciliar para fins de coleta;

V -estimular e valorizar as atividades de coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis;

VI -fomentar o reaproveitamento de resíduos como matérias primas e fontes de energia;”

Os conceitos e objetivos da Prevenção da Poluição anteriormente mencionados são relevantes por nortear a gestão de Resíduos Sólidos e o entendimento destas definições é importante para este trabalho.

2.2.3 *Instrumentos de Gestão*

2.2.3.1 Instrumentos Legais

A adequação de uma legislação que regule o gerenciamento de RSU é de suma importância para que se obrigue procedimentos técnicos adequados.

De acordo com DEMAJOROVIC (1996), nos Estados Unidos o Decreto de Conservação e Recuperação de Recursos, determina que os lixões a céu aberto sejam fechados, ou transformados, em prazo determinado, em aterros sanitários. O mesmo decreto define as normas para a construção e operação dos aterros, para evitar a degradação ambiental.

Outro exemplo da atuação governamental é o desenvolvimento de leis de incentivo à redução de resíduos e de estímulo à reciclagem. Em algumas cidades norte-americanas e européias, as leis que exigem que os resíduos recicláveis sejam coletados diretamente nas residências como se faz com o lixo comum. Em muitos casos, a lei prevê, inclusive, as categorias em que os resíduos devem ser separados antes da coleta.

Para o setor produtivo, cresce o número de leis que obrigam as empresas a utilizarem porcentagem determinada de material reciclado, na manufatura dos produtos e a assumir a responsabilidade do pós-uso.

Entretanto a regulamentação exige uma estrutura administrativa bastante organizada para que se assegure o cumprimento das normas, estrutura esta que muitas vezes não está suficientemente consolidada nos países em desenvolvimento.

Na Alemanha, de acordo com WIEDEMANN (1999), a atual gestão de resíduos sólidos ocorreu paulatinamente. Começou a partir da preocupação com as águas superficiais e subterrâneas e, em 1957 foi estabelecido a Lei Federal de Manejo de Águas, entretanto esta Lei já possuía dois parágrafos dedicados à estocagem e disposição de resíduos em geral. A partir da década de setenta, pelo fato de um grande

número de lixões não estarem cumprindo essas exigências, em 1972 foi promulgada a primeira Lei de Disposição de Resíduos, que previa que os lixões deviam ser fechados e controlados e novos aterros precisaram ser construídos.

Em 1986, nova lei foi promulgada para estabelecer novas diretrizes de manejo, obrigatoriedade em evitar a geração de resíduos e de reaproveitá-los.

Na Holanda, de acordo com BERNARDES (1997), os municípios estão amparados pela Lei de Gestão Ambiental (nacional). Esta lei traça diretrizes comuns, mas permite aos municípios que formulem leis municipais de acordo com suas necessidades.

No Brasil, segundo ALBERNAZ (2001), a Política Nacional de Resíduos Sólidos distribuirá entre o poder público municipal e a iniciativa privada a responsabilidade pelo gerenciamento de resíduos sólidos. A legislação está em tramitação na Câmara Federal, que instalou uma Comissão Especial para implementar a proposta. A matéria compreende 57 projetos de lei, que serão transformados em um único substitutivo para abraçar todas as questões referentes ao lixo como reciclagem, coleta seletiva, compostagem e lixo hospitalar.

Dentre os objetivos e instrumentos propostos pela política merecem destaque a redução de quantidade e nocividade dos resíduos, a descentralização político-administrativa de coleta e gerenciamento e a instituição legal da responsabilidade pós-consumo. A implantação da política, tornará obrigatória a criação de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Urbanos para cada cidade.

A política proposta deixa claro ser de responsabilidade dos municípios o gerenciamento dos RSU, podendo para isto cobrar dos usuários pela prestação dos serviços. O projeto ainda viabiliza a concessão desses serviços e permite às concessionárias a cobrança de tarifas.

2.2.3.2 Instrumentos Educacionais

Fatores culturais e tradições da população acabam refletindo no dia-a-dia da mesma no que se refere a seu modo de agir. Estes hábitos nem sempre são adequados e corretos para um convívio ambientalmente saudável em sociedade. Em escala local, o simples fato de jogar um papel de bala em vias públicas já reflete o potencial que este cidadão tem para contribuir no descumprimento dos conteúdos dos instrumentos de gerenciamento. Além disso, a ignorância com relação aos temas ambientais e o desconhecimento da legislação contribuem para que a população, aumente as contravenções. Por estes fatores é de extrema importância a conscientização da população através de programas de educação ambiental.

O comportamento humano só muda se mudarem também os valores e sentimentos que o sustentam. Assim a educação deve ser trabalhada em todos os aspectos cognitivos e afetivos inerentes ao processo de aprendizagem. Um simples treinamento pode não preparar um instrutor ou líder para a tarefa de incentivar pessoas a reverem atitudes, às vezes muito arraigadas. As pessoas precisam mudar o comportamento de forma permanente, quer dizer que, se as pessoas da comunidade se sensibilizarem podem se tornar agentes multiplicadores muito mais competentes que quaisquer técnicos ou indivíduos treinados para a tarefa. DE ANGELIS NETO (1999).

De acordo com a FUNASA (2002), “O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”, reconhece a educação ambiental como um processo contínuo. As pessoas devem mudar a forma de pensar, aprendendo a respeitar todas as formas de vida.

Segundo a Constituição Federal Brasileira, Lei 6.938/81, Art.225, “Todos têm direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado...” e fica a cargo do poder público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino como também promover uma conscientização da população.

Apesar de estar atribuído ao poder público a responsabilidade pela educação ambiental é necessário que ela seja cumprida e muito pouco tem se feito. De acordo com MANDELLI (1997), a participação da população nem sempre está presente nas preocupações dos agentes técnicos e políticos, ao adotarem uma determinada tecnologia para o tratamento de resíduos. O comportamento da população ao gerar e manejar esses resíduos parece não ser uma preocupação e, portanto, nada é oferecido para que a mesma participe de forma efetiva nos programas de gerenciamento.

Segundo DE LUCA (2000), em uma ampla pesquisa feita nas cinco regiões brasileiras (dando ênfase a municípios de pequeno porte) para conhecimento do Serviço de Limpeza Urbana foram feitos os seguintes questionamentos:

- Se existia incentivo municipal à participação da comunidade no processo de gerenciamento de resíduos sólidos. O resultado obtido foi que a média nacional dos municípios brasileiros que tem incentivado a participação comunitária no processo de gerenciamento de resíduos sólidos é de 35%; no entanto, quando se cruza esta resposta com a existência de programas de coleta seletiva, verifica-se que apenas 17% dos municípios brasileiros, dentro do universo de 5 500, têm passado da intenção à ação. Cerca de 20% dos municípios de pequeno porte incentivam a participação da comunidade; 40,53% de médio porte e 43,01% de grande porte. Em municípios de pequeno porte da Região Centro Oeste, conforme os dados, não há nenhum incentivo.

- Perguntou-se também se existia algum programa de treinamento que contemplasse a educação ambiental. A resposta obtida foi que, em média, 59,33% das administrações municipais têm algum tipo de programa de educação ambiental para os munícipes e seus funcionários. Esse percentual é variável de região para região do país, e novamente, os municípios de pequeno porte tem menores condições deste tipo de treinamento. Em municípios de pequeno porte a média é de 40,80%; de médio porte é de 70,09%; e de grande porte é de 67,11%.

- Nesta pesquisa também foi avaliada a participação de associações comunitárias, escolas, entidades públicas, indústria e comércio no processo de educação ambiental. O resultado foi que, em termos nacionais, 58,25% das administrações municipais tem tentado trabalhar com setores organizados da sociedade na área de educação ambiental. Para municípios de pequeno porte, o valor médio é de 40,71%; de médio porte é de 65,58%; e de grande porte é de 68,45%.

- Ainda foi questionada a existência de programas de educação ambiental nas escolas municipais. A resposta foi que cerca de 50% das escolas municipais brasileiras não têm programas específicos de educação ambiental, mostrando que nesta área ainda há muito que realizar. A educação ambiental tem mostrado melhor resultado em termos de cidadania e responsabilidade ambiental quando aplicada a crianças de nível primário. Aquele índice em municípios de pequeno porte é de 39,17%; nos de médio porte 52,63%; e nos de grande porte 55,97%.

A Educação Ambiental para ser implantada precisa contar com uma série de instrumentos. De acordo com DE ANGELIS NETO (1999), a educação ambiental deve se fazer uso da propaganda de forma que abranja todos os níveis de instrução, utilizando todos os recursos tecnológicos disponíveis, de mídia e de marketing para educação ambiental além de optar participação pública na discussão de problemas referente aos RSD, para formação da consciência ecológica.

Entretanto estes recursos devem ser utilizados de forma racional enfocando grupos de características semelhantes, por exemplo, a educação ambiental através da utilização de folhetos não resulta na mudança de comportamento se estes não são lidos. De acordo com Duxbury citado por OGDEN (1999), cientistas sociais perceberam que as mudanças de comportamento são mais efetivas quando pequenos grupos com características similares, como nível sócio-cultural, são enfocados. Isto permite a utilização de mensagens adaptadas aos seus valores culturais.

Dentro dos conceitos da Educação Ambiental deve haver uma preocupação em incentivar a população a consumir produtos menos danosos ao ambiente. De acordo com Duxbury citado por OGDEN (1999), as fábricas e consumidores são a peça fundamental para melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos domésticos perigosos.

Ainda segundo o autor, o papel das indústrias está intimamente ligado ao consumidor, através de iniciativas como o retorno do produto à indústria e a adoção de selos ecológicos. Utilizam-se estes selos nos produtos para designar produtos que são menos danosos ao ambiente. Assim, os consumidores devem ser motivados a comprarem produtos de empresas das quais os produtos contenham menos materiais danosos e o resíduo é disposto de maneira responsável.

São propostas do CONAMA para Educação Ambiental, a promoção de campanhas educativas e informativas junto à sociedade sobre a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Estas campanhas deverão alertar sobre os efeitos na saúde e no meio ambiente de um inadequado gerenciamento de resíduos. Portanto o programa de Educação Ambiental deve garantir à população, de forma consistente e continuada, o acesso às informações relativas à: manipulação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e à disposição final dos resíduos sólidos (WEB-RESOL,2002b).

Um exemplo de Educação Ambiental elaborado por MACEDO (1997), é uma Proposta de Programa de Educação Ambiental direcionado para empresas que estão em fase de implementação de um programa de um Sistema de Gestão Ambiental e que desejam melhorar seu desempenho ambiental.

Este programa visa despertar o sentimento de preservação ambiental motivando iniciativas próprias dos funcionários, tanto no seu local de trabalho como em comunidades em que estão inseridos. Entretanto esta proposta pode ser adaptada para municípios de pequeno porte. Estes municípios formam uma pequena comunidade e

alguns conceitos desta proposta podem ser aproveitados em associações de bairro, escolas, e outras comunidades inseridas no município ou até nele como um todo.

São alguns meios propostos pelo programa: cartilha ilustrada, cartazes ilustrativos convidando para a participação no programa, palestras; jogos que exercitem a capacidade de percepção do meio ambiente entre os participantes; trabalhos de grupos nos quais os participantes formalizarão políticas ambientais de seus bairros e/ou residências e da empresa; estímulo a idéias que apliquem princípio dos 3 Rs - Reduzir, Reciclar, Reutilizar; oficinas de arte (“Criando a partir do seu lixo”); criação de espaço para exposição de invenções criativas a partir de RS; implementação da coleta seletiva dos RS; sessão de filmes ilustrando redução do uso de energia, água e reciclagem de materiais; construção de uma mini-unidade de compostagem para produção de adubo a partir de restos de alimentos.

2.2.3.3 Instrumentos Econômicos

Instrumentos econômicos podem ser definidos como políticas de subsídios e taxaço. De acordo com LEITE et al. (2000). Países como a Dinamarca e Holanda cobram taxas de controle ambiental diferenciadas, de acordo com a hierarquização dos processos de tratamento de resíduos, por exemplo, estabelecida pela política de gestão de resíduos. Assim, as taxas ambientais impostas para a destinação final de resíduos diretamente em aterros sanitários (processo que deve ser desestimulado), são maiores que aquelas cobradas para o tratamento em incineradores com recuperação de energia ou para unidades de compostagem e reciclagem (soluções incentivadas). Os recursos oriundos dessas taxas se destinam a um fundo de financiamento para programas e projetos priorizados pela política, inclusive educação ambiental, que naqueles países é uma atividade sistemática e permanente.

Ainda, segundo o autor, a operação e manutenção dos sistemas de gerenciamento de resíduos devem-se dar de forma a garantir a auto-sustentabilidade, ou

seja, é o próprio usuário dos serviços quem financia o sistema através de pagamento de taxas, tarifas e preços públicos. Já o financiamento de novas instalações e equipamentos (investimento de capital) pode ser realizado com os recursos próprios das empresas para esse fim ou através de empréstimos junto a instituições financeiras públicas ou privadas.

A Comunidade Européia administra fundos especiais, para apoio à implementação de ações relacionadas com o Meio Ambiente. Estados-membros que, comprovadamente, estiverem enfrentando dificuldades na elaboração e implementação de seus planos de gerenciamento de resíduos, poderão recorrer aos fundos, como o de coerção, por exemplo, onde terão acesso a linhas de financiamento a juros subsidiados ou, extraordinariamente, a crédito a fundo perdido ("grants").

Nos Estados Unidos segundo Duxbury apud OGDEN (1999), esquemas de devolução estão se tornando comuns, principalmente para resíduos perigosos. As lâmpadas fluorescentes estão sob a Lei Universal de Resíduo, que obriga sua coleta e reciclagem, mas permite sobretaxa para o gerenciamento de pós uso do produto.

No Brasil, o CONAMA (WEB-RESOL, 2002b), ao apresentar subsídios para a formulação de uma política nacional de RS, inclui os instrumentos econômicos da seguinte maneira:

(...)

“Art. 13. O Poder Público deverá adotar instrumentos econômicos visando incentivar o atendimento aos objetivos, princípios, fundamentos e diretrizes definidos nesta Lei.

Parágrafo único. A identificação, a seleção e a implementação dos instrumentos econômicos deverão ser justificadas segundo os aspectos ambiental, social e econômico, mediante critérios a serem definidos na forma legal.

Art. 14. As instituições públicas ou privadas que promovam ações complementares às obrigatórias, em consonância com os objetivos, princípios, fundamentos e diretrizes desta Lei, terão prioridade na

concessão de benefícios fiscais ou financeiros, por parte dos organismos de crédito e fomento ligados ao Governo Federal.

Art. 15. A aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme definido no artigo 11, é condição imprescindível para o recebimento de financiamentos e incentivos fiscais.

Art. 16. O Distrito Federal e os Municípios poderão cobrar tarifas e taxas por serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos originados em qualquer fonte geradora.

Art. 17. Os empreendimentos geradores, receptores ou transportadores de resíduos perigosos deverão comprovar sua capacidade para arcar com os custos decorrentes da obrigação de recuperação ambiental, em conformidade com os artigos 42 a 45, facultada sua substituição por instrumentos de garantia.”

Apesar desta política ainda não ter sido implementada em nível nacional, no estado de Minas Gerais, por exemplo, já existe uma política de incentivo à criação de sistemas de tratamento e disposição adequados pelos municípios, por meio do ICMS ecológico.

Os municípios podem criar políticas de incentivo a coleta seletiva dos RS, por exemplo, através da criação de postos de entrega voluntária em que a população receba descontos nos impostos municipais ou nas taxas específicas para coleta de resíduos.

Diversos municípios têm implementado a cobrança pela prestação de serviços relacionados com os resíduos sólidos, porém este assunto não está claramente definido na legislação e tem gerado inúmeras controvérsias.

2.2.4 Competências Envolvidas com a Gestão de Resíduos Sólidos

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2002), “O Brasil é o país da região que maior avanço apresentou no que tange ao tratamento dos temas sócio-ambientais e na democratização da gestão ambiental. Este progresso se deve, em grande parte, à promulgação, há vinte anos, da legislação sobre o sistema nacional de

meio ambiente (SISNAMA) que inclui uma instituição sui-generis: o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e suas réplicas em nível estadual e municipal.”

Contrariamente a outros conselhos, o CONAMA não é um corpo consultivo. Trata-se de um corpo deliberativo, criado para resolver conflitos, propor inovações e resolver importantes assuntos de política ambiental e de gestão dos recursos naturais renováveis. O CONAMA é presidido pelo Ministro de Meio Ambiente e inclui uma ampla representação, com voz e voto, de todos os setores da sociedade civil e dos governos federal, estadual e municipal. As resoluções do CONAMA têm força legal e são aplicadas em nível nacional.

O CONAMA tem suas contrapartes no nível estadual. Atualmente, muitos estados da União têm Conselho estadual de meio ambiente, que funciona no estilo do CONAMA, ou seja, com participação da sociedade civil, presidido pelo respectivo secretário estadual de meio ambiente e, com capacidade para tomar decisões com força legal no âmbito estadual. Os conselhos estaduais, por exemplo, são decisivos para o licenciamento ambiental. Finalmente, já existem, no Brasil, centenas de municipalidades que também contam com conselhos municipais de meio ambiente, com a mesma estrutura e força, em seu âmbito de atuação.”

A experiência de participação e transparência do Brasil, através dos conselhos de meio ambiente, foi extraordinariamente positiva e explica, de forma abrangente, o maior desenvolvimento relativo do país na área ambiental, especialmente no que tange ao sistema de licenciamento ambiental. Trata-se de um caso muito especial de auto-limitação da autoridade tradicional do governo, a favor de uma gestão compartilhada com a sociedade civil e muito mais transparente, que traz uma legitimidade inédita às decisões do setor sócio-ambiental. Este setor, em nível federal, estadual e municipal, funciona como um parlamento próprio que complementa harmoniosamente, o

Congresso Nacional, as Assembléias Legislativas Estaduais e as câmaras de vereadores, respectivamente.

No estado de Minas Gerais, Conselho Estadual de Política Ambiental cabe à Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) as tarefas de secretaria executiva, que é pessoa jurídica de direito público, dotada de autonomia administrativa e financeira, com sede e domicílio na Capital do Estado de Minas Gerais e vincula-se à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD. Este órgão é responsável pela fiscalização e licenciamento de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura potencialmente degradadoras do meio ambiente em Minas Gerais, apóia a melhoria da qualidade de vida dos municípios.

A FEAM tem por finalidade propor e executar a política de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no que concerne à prevenção e à correção da poluição ou da degradação ambiental provocada por atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, bem como promover e realizar estudos e pesquisas sobre a poluição, qualidade do ar, da água e do solo.

No estado de São Paulo a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental é a agência do Governo do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo.

Segundo informado pela FEAM, no estado de Minas Gerais os municípios geradores de até 3 toneladas/dia de RS, podem ser responsáveis pelo licenciamento ambiental do sistema de tratamento e/ou disposição dos RS. Para isto o município deverá criar o CODEMA (Conselho Municipal do Meio Ambiente). Entretanto os municípios que tiverem interesse no recebimento do ICMS ecológico deverão obter o licenciamento através da FEAM órgão seccional do COPAM (Conselho Estadual de Política Ambiental).

2.3 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

2.3.1 Considerações Iniciais

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

Uma legislação que contemple normas que dêem um embasamento para taxaço de serviços e punição para casos de desrespeito desta. Para isto devem ser analisados fatores locais como viabilidade de taxaço, restrições ambientais existentes e tendo como base a Legislação Federal e Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos.

Segundo o WEB-RESOL (2002b) em SFPNRS Art. 8º, planos e programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos são um dos instrumentos da Política de Gestão de Resíduos Sólidos.

A PNRS a ser implantada (KAPAZ, 2002), assim como SFPNRS WEB-RESOL (2002b) preconizam em relação aos planos de gestão:

“Os sistemas de gerenciamento de resíduos da limpeza urbana, de resíduos especiais e de resíduos perigosos serão objeto, conforme disposto nesta lei respectivamente, de Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Urbanos, de responsabilidade dos executivos municipais ou do Distrito Federal, de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais, quando obrigatório, e de Plano de Gerenciamento de Resíduos Perigosos, ambos de responsabilidade do empreendedor”.

No Art.10. dos SFPNRS:

“Os responsáveis pela geração de resíduos ficam obrigados a elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, de acordo com o

estabelecido no artigo 11, o qual deverá ser aprovado pelos órgãos competentes.

Parágrafo único. No caso de resíduos urbanos, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS será elaborado pelo Distrito Federal e pelos Municípios.

De acordo com WEB-RESOL (2002b) os PGRS deverão contemplar, no mínimo o quanto segue: a origem, a caracterização e a quantidade de resíduos gerados; os procedimentos a serem adotados na segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, conforme a classificação dos resíduos, indicando-se os locais e condições onde essas atividades serão implementadas.

Ainda deverão estar indicados no PGRS: as ações preventivas e corretivas pelo manuseio incorreto ou acidentes; responsável técnico pela elaboração e execução do plano; projeto básico acompanhado de planilha orçamentária; áreas adequadas para o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos.

Quanto à origem, os Resíduos Sólidos Urbanos são domésticos, comerciais e provenientes da limpeza do espaço urbano, como já definido. A caracterização e a quantidade de resíduos gerados são uma etapa de extrema importância para elaboração de um plano de Gerenciamento. Tal caracterização deve ser realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos pelas normas.

As etapas do gerenciamento a serem tratadas estão incluídas na definição proposta, no PNRS, para o gerenciamento de resíduos sólidos:

“O processo que compreende, observados os princípios definidos nesta lei, a segregação, a coleta, a manipulação, o acondicionamento, o transporte, o armazenamento, o transbordo, o tratamento, a reciclagem, a comercialização e a destinação final dos resíduos sólidos.”

Muitas dificuldades são encontradas para um bom funcionamento de um plano de gerenciamento de RSU, portanto deve ser um processo contínuo. Segundo DE ANGELIS NETO (1999), as descontinuidades políticas e administrativas com alternâncias de grupos rivais no poder municipal fazem com que as políticas, planos e metas desenvolvidas para o setor não ultrapassem o período de gestão, e os esforços dispensados e recursos dependidos acabam sendo desperdiçados por estas descontinuidades.

Ainda de acordo com o autor em análise feita no Município de Maringá-PR, a legislação existente, deixa lacunas na questão dos resíduos sólidos. Não há incentivo à redução dos mesmos nem uma fiscalização adequada para que se cumpra a legislação existente.

Para que um plano de gerenciamento se processe, há necessidade de uma equipe técnica treinada, desde o engenheiro chefe ao encarregado e este pessoal envolvido no Gerenciamento de Resíduos Sólidos deve ser valorizado. (DE ANGELIS NETO, 1999).

A partir de problemas encontrados em Maringá-PR, a proposta do autor é reduzir, reciclar, reutilizar incentivando menos desperdício; coleta seletiva eficaz e bem programada a fim de que se reduza o custo operacional, melhorando assim a qualidade dos recicláveis; incentivar as indústrias de reciclagem; incentivar reaproveitamento de bens descartados e recuperação, restauro ou recondicionamento de produtos, aumentando a sua vida útil.

2.3.2 Manipulação e Acondicionamento

O tipo de acondicionamento dependerá da quantidade e composição do resíduo gerado, do tipo e frequência da coleta.

De acordo com IPT (1998), os resíduos sólidos são tratados e dispostos em lugares afastados de sua geração. Dessa forma, o envio destes resíduos sólidos para

estas áreas afastadas implica em uma fase interna de coleta, acondicionamento, que é de responsabilidade do gerador, (residência, estabelecimento comercial, etc). E outra fase externa, que é o serviço de limpeza pública, de responsabilidade das administrações municipais.

A etapa que precede a coleta externa, os resíduos devem ser colocados em recipientes adequados para evitar acidentes por resíduos contaminantes, proliferação de insetos e animais indesejáveis, impacto negativo sobre a vista e olfato, heterogeneidade (em caso de coleta seletiva). Para que este acondicionamento seja responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer as funções de regulamentação e fiscalização para assegurar condições sanitárias de operação adequadas.

De acordo com FUNASA (2002) existem várias maneiras de acondicionamento como, por exemplo:

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

O acondicionamento e manuseio do lixo nos casos de coleta seletiva exigem maiores cuidados com separação dos resíduos e armazenamento.

Em experiência em Belém-PA os locais de armazenamento para coleta seletiva do lixo se mostraram insuficientes e inadequados conforme comenta PEREIRA (1997), uma grande abertura na parte superior, das cestas coletoras instaladas, levou a população a colocar em qualquer hora os sacos de lixo doméstico, formando permanentes pontos de lixo e conflito entre moradores.

2.3.3 *Segregação, Coleta e Transporte*

De acordo a FUNASA (2002), nos municípios brasileiros, a prática da coleta regular unificada é utilizada para os resíduos domiciliares e comerciais. Os diversos tipos de serviço de coleta de resíduos sólidos são classificados da seguinte forma:

- Coleta Domiciliar: compreende a coleta dos resíduos sólidos domiciliares e estabelecimentos comerciais;
- Coleta de feiras livres, praias, calçadas e estabelecimentos públicos;
- Coleta de serviços de saúde;
- Coleta especial contempla os resíduos não recolhidos pela coleta regular;
- Coleta seletiva que visa os resíduos segregados na fonte. Este tipo de coleta está relacionado e executado por um plano específico;
- Coleta dos estabelecimentos industriais que devem ser diferenciados da coleta regular e especial.

Para o transporte dos resíduos sólidos, usam-se vários tipos de veículos como o tipo lutocar, carroça de tração animal, caçamba convencional do tipo prefeitura, caçamba do tipo basculante e caminhão com e sem compactação, etc. Cada tipo de resíduos e a forma como é coletado vai exigir uma solução específica em termos de veículo e de logística de coleta e transporte.

Sob o ponto de vista sanitário, a eficiência da coleta reduz os perigos decorrentes do mau acondicionamento na fonte. O sistema de coleta deve ser bem organizado a fim de produzir o maior rendimento possível e servir, pela sua pontualidade, de estímulo e

exemplo para que a comunidade colabore. Esta participação é importante para a solução do problema e consiste principalmente, no adequado acondicionamento dos resíduos sólidos e na colocação dos recipientes em locais pré estabelecidos.

Com os problemas ambientais gerados pelos resíduos sólidos devido ao aumento de volume e disposição inadequada, para os planos de gerenciamento de resíduos sólidos atuais torna-se imprescindível a utilização da coleta seletiva.

De acordo com DE ALENCAR (2000), a coleta seletiva, consiste em “um processo que se inicia nas fontes geradoras de resíduos sólidos a partir da segregação dos materiais recicláveis, reutilizáveis e/ou recuperáveis, continua na emoção e transporte interno destes materiais e se consolida no recolhimento destes materiais de forma manual ou mecânica para posterior organização e comercialização”.

Ainda segundo o autor, um programa de coleta seletiva e de incentivo à reciclagem bem conduzido tende a desenvolver na população uma nova mentalidade sobre questões contemporâneas que envolvem a economia, a saúde e a preservação ambiental. Os geradores de resíduos sólidos, ao acondicionarem corretamente o lixo de sua residência, passarão de mero espectador, a se colocarem como peças integrantes de todo um sistema de preservação do meio ambiente, como protagonistas de uma ação. Mais do que a perspectiva do lucro financeiro imediato, a coleta seletiva e a reciclagem devem ser vistas, como parte de uma política integrada de gerenciamento de resíduos sólidos, cujos ganhos maiores serão decorrentes da redução de impactos ambientais, sociais e da melhoria das condições de saúde pública.

Em outro enfoque, pode melhorar as condições de vida de pessoas pobres, sobretudo os catadores de materiais recicláveis e suas famílias. Atualmente são de maior conhecimento da sociedade a reciclagem, recuperação e/ou reutilização de materiais inorgânicos como metais, plásticos, vidros, papéis e a matéria orgânica, através da compostagem. No Brasil, já se dispõe de dados qualitativos e quantitativos confiáveis

que reproduzam a dimensão dos processos de reciclagem desses materiais. (DE ALENCAR, 2000)

De acordo com MOTTA (1997), a coleta seletiva de recicláveis inorgânicos que vem sendo implantada em Belo Horizonte tem uma concepção diferenciada da de outros programas de coleta seletiva conhecidas no País. Este método tem como princípio a criação de locais de entrega voluntária – LEV, em áreas estratégicas da cidade, para que a população deposite os materiais recicláveis previamente separados.

Entretanto este modelo está fundamentado num intenso trabalho de mobilização social que visa sensibilizar os cidadãos para questões relativas aos resíduos sólidos, principalmente no que se refere ao enorme desperdício constatado no lixo, contrapondo-se à situação de pobreza de grande parte da população que vem garantindo sua sobrevivência com a catação desses materiais.

Este trabalho também incentivou o trabalho dos catadores, através de conscientização junto ao comércio, instituições, escritórios para que estes contribuíssem com doações de papel e papelão. Além da instalação de galpões para triagem.

Ainda segundo o autor, a otimização da coleta seletiva objetivando a máxima eficiência do sistema, com menores custos e melhores resultados é com certeza um grande desafio, já que a entrega voluntária depende essencialmente da mobilização da sociedade para participação.

A partir de pesquisa realizada por DE LUCA (2000), analisando se a comunidade separa os resíduos sólidos urbanos na fonte geradora para ser coletado, constatou-se que em 87% dos municípios nacionais, a comunidade não separa o lixo, entre orgânico e os demais tipos. Naqueles que têm programas consistentes e continuados de coleta seletiva, há separação, não só entre a fração orgânica e inorgânica, mas também, em muitos, de plásticos, vidros, latas e papéis. Os resíduos especiais, calça, restos de capina e vegetação, são recolhidos separadamente pela maioria das prefeituras. Em apenas 22,23% dos municípios de grande porte, a

comunidade pratica os bons hábitos da separação dos resíduos, entretanto nos demais municípios este valor não atinge 10%. Observou-se que as maiores percentagem de comunidades que separam os resíduos estão centradas na Região Sul e Sudeste.

Outro questionamento feito pelo mesmo autor é se a comunidade separa os resíduos sólidos urbanos na fonte geradora e os entrega em postos de recebimento desses materiais. Obteve-se a resposta que, como a maioria das comunidades não separa os resíduos, 89% não tem por hábito entregar o lixo separado em postos de recebimento, LEVs ou PEVs. A média em municípios de pequeno porte é de 1,66%, ou seja, quase nada. Em municípios de grande porte este valor atinge a 27,23%, mas que também não é expressivo, quando comparado aos malefícios provocados pelos resíduos dispostos inadequadamente.

Ainda segundo o autor, verificando-se existência coleta seletiva nos municípios constatou-se que não existem programas de coleta seletiva na maioria dos municípios amostrados, em torno de 83% deles. Houve muito interesse em se conhecer quais entidades públicas e privadas poderiam fornecer informações e consultorias a respeito do assunto. Os programas de coleta seletiva de sucesso e com custos razoáveis estão localizados nas grandes capitais e regiões metropolitanas e em muitos municípios de porte médio onde há mercado para o material reciclável.

A Coleta Seletiva deve contar com programas consistentes e continuados para que não decorram insucessos. De acordo com DE ANGELIS NETO (1999), na coleta seletiva deve-se priorizar o acúmulo dos resíduos recicláveis em recipientes adequados, para que a operação seja bem sucedida, uma vez que diferente do lixo comum, lixo reciclável tem valor comercial agregado e o aumento de sua coleta acarreta maior lucro para o município.

Conforme esse pesquisador, outro problema decorrente da coleta seletiva no município de Maringá, é a não abrangência de todos os pontos das cidades. Parte do lixo

que poderia gerar uma arrecadação acaba indo para o aterro, aumentando, portanto o volume disposto.

Devido a estas deficiências ou falhas no município de Maringá-PR, a coleta seletiva acaba proporcionando a ocorrência de problemas ambientais. Assim, a abrangência em que é realizado este programa no município; os locais públicos ou privados, onde são armazenados estes produtos; e falhas ou irregularidades na coleta são alguns problemas, que acabam gerando impactos ambientais negativos.

Em estudo feito em Belém-PA, PEREIRA (1997), um dos problemas decorrentes do transporte é a precariedade do sistema viário em zonas periféricas que resulta em defeitos mecânicos constantes nos caminhões coletores compactadores ou no uso inadequado de caçambas basculantes para a coleta de lixo doméstico. Existem dificuldades de tráfego no acesso exclusivo, de 4,5 Km, da BR-316 até a entrada do complexo para destinação final dos resíduos.

2.3.4 Reciclagem, Tratamento e Destinação Final

A disposição final dos RSU terá maior ou menor custo e complexidade em função dos aspectos quantitativos e qualitativos do material coletado. Entretanto, as alternativas para disposição poderão ter aqueles fatores reduzidos, caso sejam implementadas ações que visem diminuir a quantidade de resíduos coletados e que necessitem ser dispostos.

Os resíduos a ser coletados podem ser diminuídos através de programas de gerenciamento que incorporem, num processo de educação ambiental, conceitos de redução e reutilização.

A reciclagem consiste no processamento industrial de um material que, num determinado momento anterior, foi considerado como resíduo. Este processamento tem sido classificado por alguns autores como uma técnica de tratamento, e por outros como

uma etapa da minimização de resíduos, pois evita que estes cheguem à etapa de disposição final.

Independentemente desta distinção, a reciclagem é um processo que deve ser adotado, sempre que possível, para resíduos que inevitavelmente foram gerados e irão ser dispostos. Apresenta-se, na gestão integrada de resíduos sólidos (na medida em que os transforma em insumos para a indústria), com diversas vantagens ambientais. Contribui ao poupar espaço em aterros (controlados ou sanitários) ou mesmo em vazadouros a céu aberto. Pode reduzir sensivelmente o consumo de energia, mão-de-obra, água e da produção de efluentes, assim como contribuir, para a economia dos recursos naturais, para a saúde e o bem-estar da comunidade.

Entretanto, para que os resíduos possam ser enviados para a reciclagem é necessário que sejam coletados seletivamente, ou separados após a coleta. A implantação da coleta seletiva deve ser analisada em função de alguns fatores. Um dos mais considerados é o fato de ser mais cara que a coleta convencional (resíduos misturados), podendo tornar desvantajosa, em termos financeiros, a comercialização dos materiais recicláveis. Outro fator a ser analisado é o mercado de produtos recicláveis na região, bem como a existência de unidades processadoras. A implantação e operação destas podem, inclusive, vir a fazer parte da gestão dos RSU.

Em termos de tratamento específico dos RS, os processos mais conhecidos são: compostagem, incineração e aterro sanitário. O processo de compostagem é uma técnica bem conhecida e consiste na transformação da matéria orgânica em húmus (composto orgânico). Este composto pode ser utilizado como condicionador de solo. De acordo com TEIXEIRA (2001) um dos fatores negativos do método é a dificuldade em separar a matéria orgânica dos outros materiais presentes. Desta forma, o composto acaba sendo contaminado e inaplicável em alguns casos. Para adoção deste processo, o gestor dos RS deverá pesquisar se o mercado absorverá a produção e em que tipos de atividades.

O processo de incineração consiste em queimar os RS em elevadas temperaturas (800 a 1000° C), até serem reduzidos a gases, cinzas e escórias. Este processo pode reduzir o volume dos resíduos em mais de 90 %. Entretanto, os gases e o material particulado que são gerados a partir do processo podem apresentar características de periculosidade, obrigando à utilização de sistemas complexos de controle dessas emissões atmosféricas. Estes sistemas são ainda caros e estão sendo estudados para que o calor gerado seja reaproveitado na geração de energia, reduzindo desta forma seu custo de operação (FEAM, 2002).

Podem ser também adotados como processos de tratamento de RS a pirólise, a queima em tocha de plasma, a autoclavagem e a aplicação de micro ondas; os dois últimos mais específicos para fins de desinfecção. Segundo TEIXEIRA (2001) estes processos estão sendo estudados e em alguns casos aplicados, mas ainda apresentam custos elevados.

Embora os processos de redução e tratamento promovam benefícios na diminuição dos resíduos, em geral ainda restará uma fração com necessidade de disposição. Para tanto, a solução mais comum são os aterros. Entre eles, destaca-se o aterro sanitário, que, de certa forma, também pode ser considerado um processo de tratamento, pois no seu interior ocorrem fenômenos físicos, químicos e biológicos que alteram os materiais ali presentes. O aterro sanitário, sendo uma obra de engenharia, deve apresentar sistemas de impermeabilização, drenagem e tratamento de líquidos e gases, bem como outros dispositivos de controle. Quando bem projetado e operado, o aterro sanitário pode ser considerado uma solução com vantagens em termos de simplicidade e custo (TEIXEIRA, 2001).

Para implantação de um aterro sanitário, deve ser realizada uma seleção de áreas disponíveis. De acordo com IPT (1995), esta seleção deve levar em consideração o tamanho da área e quantidade do resíduo a ser disposto; localização, tendências de ocupação e vizinhanças, estudo de impacto ambiental, características hidrogeológicas e

pedológicas, clima, biota, tipos de resíduo, projeção futura de volumes, estrutura da disposição, destino e tratamento dos efluentes. Este assunto será detalhado no item 2.5, onde serão abordados tipos de aterramento mais específicos para este trabalho.

2.4 Propostas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

2.4.1 Proposta de Gestão de RSU segundo CEPIS/OPS/OMS

De acordo com o modelo CEPIS/OPS/OMS (RESOL, 2000), a gestão deve-se dar de forma integral, contemplando as seguintes etapas: diagnóstico, projeto, implementação e consolidação e finalmente manutenção.

2.4.1.1 Caracterização do Município

Para realizar o diagnóstico é importante que se levante características como:

- **Dados Locais**

O diagnóstico deve-se realizar através de uma análise completa do serviço desde a geração até a disposição dos resíduos. De acordo com o modelo, o plano de gerenciamento deve considerar características próprias de cada localidade para assegurar sua sustentabilidade e benefícios. Deve possuir uma administração e gestão do serviço simples e dinâmicas (racionais).

Deve-se obter informações gerais como situação da população, clima, distribuição das residências, pontos especiais de geração dos resíduos de (mercados, matadouros etc), estimativa de volume e tipo de resíduo.

Outros dados a serem levantados são referentes, por exemplo, à economia, à educação, aos meios de comunicação, às unidades de saúde, às áreas para destino final.

- **Dados sobre o Sistema de Limpeza Urbana e Características dos Resíduos Gerados**

-Procedimentos referentes à limpeza urbana

O tipo de armazenamento utilizado, a forma da coleta, da disposição, identificação da organização do sistema, os responsáveis pela realização do serviço e forma de cobrança são aspectos de grande relevância.

-Dados referentes aos resíduos gerados

Os resíduos sólidos não têm as mesmas características podendo variar o volume e o tipo de cidade para cidade. As características dos RS dependem das atividades que os geram, portanto é importante conhecer convenientemente o tipo e volume de resíduo que cada atividade produz, a fim de desenvolver métodos de manejo adequados. As fontes que produzem resíduos com características peculiares são: residências, mercados e feiras, hospitais, colégios, matadouros e agricultura.

Para o planejamento do gerenciamento deve-se levantar algumas informações básicas dos resíduos sólidos:

- Produção per capita: Estimar a produção total dos resíduos domiciliares em determinada zona.

- Densidade: Calcular o tipo, volume e frequência de esvaziamento dos recipientes e coletores; conhecer a capacidade dos veículos de coleta e estimar os detalhes do aterro sanitário.

- Composição Física: Conhecer as possibilidades de reciclagem.

Muitas vezes, as informações obtidas mediante a estudo de campo em um lugar pode ser usado em outro, sendo necessário comprovar algumas coincidências entre ambos os lugares, tais como: hábitos de consumo, densidade populacional, pavimentação das ruas, existência de atividades como criação de animais ou hortas domésticas, condições do clima e nível de precipitação que pode influir na umidade dos resíduos.

- Custo do Serviço de Limpeza Pública: o custo de implementação, operação, manutenção e administração devem estar no alcance da população, desta forma esta poderá custear o serviço.

2.4.1.2 Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos

O planejamento da gestão deve:

- Contemplar um programa maior de prevenção de enfermidades infecciosas.

- Ser de fácil implementação; manutenção e operação simples; uso de recursos humanos e materiais da região e deve compreender desde a produção até a disposição final dos resíduos.

- Evitar impactos negativos em solo, água e ar.

O projeto que deve relacionar métodos a ser aplicados desde a geração até a coleta. Muitas vezes as soluções para resolver os problemas críticos encontrados no diagnóstico vêm da própria comunidade.

2.4.1.3 Implantação

A outra etapa será a implementação. Nesta etapa deve avaliar o grau de aceitação e o nível de consolidação do serviço. Esta etapa pode ser considerada a mais crítica e nela deve estar previstos reparação, reposição de equipamentos e incentivos ao pessoal envolvido.

A operação deve evitar a deterioração dos equipamentos, prever uma educação ambiental continuada de forma que a população ao longo do tempo continue envolvida e participando dos problemas referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Devem ser designados os responsáveis para cada atividade. O planejamento deve ser entendido como um processo em que cada passo deve ser previsto cuidadosamente e avaliado pelos agentes envolvidos.

O processo de educação ambiental deve fomentar os hábitos positivos da população e desviar os negativos. Deve ser participativo e promover a organização da comunidade.

O diagnóstico deve relacionar os problemas e fatores favoráveis ao gerenciamento dos resíduos, tendo como foco principal a preservação da saúde da população e do ambiente. Esta etapa servirá de bases para se criar um consenso na comunidade direcionando para a implementação de medidas mais eficazes.

2.4.1.4 Educação Ambiental

Segundo o modelo, as pessoas enquanto geradoras de resíduos sólidos, tem um papel importante no manejo e tratamento dos resíduos. Os usuários do serviço devem estar envolvidos ativamente em cada uma das fases do projeto, desde a identificação dos problemas e soluções até a operação e manutenção do serviço. Esta é uma necessidade dos projetos de saneamento básico e em particular no manejo e tratamento dos resíduos sólidos.

A população infantil deve ser priorizada em programas de educação sanitária. Em muitos casos, este segmento da população participa diretamente na limpeza do bairro e pode influenciar no comportamento dos adultos.

As mulheres e grupos femininos organizados constituem outro grupo importante nos programas de educação sanitária, pois elas desempenham atividades domésticas e se preocupam com a saúde da família e são as principais fontes de informação sobre temas de saúde e higiene.

2.4.2 *Proposta de Gestão de RSU segundo SILVA (1997):*

De acordo com este modelo, a elaboração de um plano de gestão deve contemplar três etapas, uma de levantamento de dados referentes ao município, outra de escolha de medidas adequadas ao local e, finalmente, a implantação das mesmas.

Segundo o modelo, é de grande importância tanto a elaboração de projetos técnicos de operação dos resíduos sólidos como também o processo de treinamento dos recursos humanos e conscientização da população.

2.4.2.1 Caracterização do Município

- Dados Locais

Devem ser levantadas as informações para a caracterização do município. Como, por exemplo, deve ser feito (se não houver) um cadastro do sistema viário, para futuras correções do sistema de coleta. Deve ser pesquisada a legislação pertinente aos resíduos sólidos; e caracterizada a população urbana, entre outras atividades desta etapa.

As características do clima, como índice de precipitação, direção predominante dos ventos e a hidrogeologia, como classificação do solo e nível do lençol de água. Estes dados permitem uma adequada escolha dos possíveis locais de destinação final. O levantamento de áreas adequadas disponíveis para destinação final dos resíduos, deve assegurar a saúde da população e proteção ao meio ambiente.

As características econômicas, como mercado para recicláveis, também são de grande importância para analisar a viabilidade, por exemplo, de uma unidade de triagem. As atividades econômicas típicas da região devem ser identificadas, como, por exemplo, uma base agropecuária que facilite o escoamento do composto orgânico.

É de grande relevância que se levante quais são os instrumentos disponíveis para divulgação de campanhas, os hábitos da população e seus costumes como também as formas de organizações como ONGs, associações, conselhos.

Deve ser feito um cadastro dos possíveis geradores dos resíduos sépticos para que se faça uma adequada coleta e destino final.

- Dados sobre o Sistema de Limpeza Urbana e Características dos Resíduos Gerados

-Procedimentos referentes à limpeza urbana

É indispensável também o levantamento dos serviços que são prestados pela prefeitura. É a partir daí que se pode alterar ou implantar novos procedimentos. Este levantamento deve contemplar a forma de acondicionamento utilizado, como se realiza

a coleta (qual porcentagem da população atendida, se há roteirização, qual a frequência, etc), varrição, limpeza de terrenos, córregos, canais etc.

- Dados referentes aos resíduos gerados

Nesta etapa são levantados dados como quantidade dos resíduos gerados no município, fontes geradoras, sua caracterização quantitativa, peso específico, teor de umidade e material seco.

O levantamento das características dos resíduos gerados permitirá adequados dimensionamento e escolha do tipo da frota. Também possibilitará prever a área para destinação final e armazenamento dos recicláveis.

Além destes dados deve se observar qual o destino que se dá ao resíduo, se há algum tipo de tratamento, se há alguma separação realizada por catadores.

- Custo do Serviço de Limpeza Pública

Os recursos financeiros gastos no serviço de limpeza pública também devem ser levantados, assim como a arrecadação na forma de taxa ou tarifa para sua realização. Desta forma, verificando qual o percentual de custos são cobertos pelas tarifas ou taxas.

2.4.2.2 Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos

Depois de realizado o diagnóstico é que será possível um planejamento de ações que contemplem medidas a curto, médio e longo prazo. Assim a partir deste procedimento é que será possível atender a realidade local.

Alguns pontos considerados relevantes para aplicação de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos:

- Acondicionamento: Deve se verificar se existe alguma normalização, e se o tipo de acondicionamento está compatível com o padrão cultural da população. Devendo haver uma flexibilidade na escolha do tipo de acondicionamento de forma que exista um equilíbrio nas questões técnicas, culturais e econômicas.

Para os resíduos sólidos sépticos das unidades de saúde não se deve permitir esta flexibilidade, bem como também, os entulhos da construção devem obedecer a normalização brasileira vigente.

Cabe a prefeitura, acondicionar corretamente o resíduo público. Caso não haja nenhuma normalização municipal, esta deve ser elaborada dentro do que conceituam as normas brasileiras em consonância com a realidade local.

- Coleta e transporte: Toda população deve estar sendo atendida pela coleta domiciliar. Caso isto não ocorra, a frota deve ser redimensionada em função do lixo coletado, deve se agrupar bairros com características semelhantes, e deve se fazer um projeto de roteiro de coleta considerando o sistema viário e condições de acesso aos locais obedecendo conceitos de roteirização, a fim de que se possa reduzir o tempo de coleta e custo.

A frequência da coleta deve ser definida em função da variável da geração de lixo. A coleta diária deve ser feita preferencialmente todos os dias em pontos de maior geração como, por exemplo, regiões comerciais.

A coleta em locais de difícil acesso deve ser feita através da colocação de containers em pontos estratégicos, para que a população leve os resíduos até estes.

O serviço de coleta deve ser periodicamente avaliado a fim de que se mantenha a sua qualidade e racionalidade. Estes procedimentos devem ser realizados tanto para roteiros de coletas já existentes, como para os que estão em fase de implantação.

- Varrição: deve ser roteirizada a cidade de forma que cada setor tenha pontos de apoio aos funcionários e cobrir um raio máximo de 1000 m.

A frequência deve obedecer aos mesmos critérios da coleta. Os roteiros devem ser circulares, do ponto mais alto para o mais baixo do setor, terminado sempre em cruzamentos das ruas.

O rendimento dos funcionários gira em torno de 2400 metros de sarjeta por dia, sendo muito variável este valor.

- Capina: A frequência de capina deve considerar as estações do ano, não excedendo o período máximo de 90 dias. A produtividade de 100 m² dia.

- Limpeza de bocas de lobo: Esta limpeza deve estar prevista antes do período das chuvas.

- Tratamento e destinação final: para esta etapa a autora propõe 4 alternativas.

Alternativa 1: Caso o município possua facilidade para comercialização dos recicláveis inorgânicos e base econômica com ênfase na agricultura, poderá se trabalhar a coleta seletiva mais a compostagem e um aterro para rejeitos.

Alternativa 2: Caso o município possua base econômica na agricultura e dificuldade para realizar a coleta seletiva, poderá se realizar a triagem no destino final. Da mesma forma, os resíduos orgânicos serão aproveitados para a compostagem. Os resíduos inorgânicos depois de separados serão vendidos com um valor inferior ao dos resíduos separados na fonte. Os materiais restantes deverão ser depositados em aterro sanitários.

Alternativa 3: Caso o município possua as mesmas características da alternativa 2 e não possua mercado para os inorgânicos sujos estes também deverão ir para o aterro sanitário junto com o rejeito. O material orgânico da mesma forma será utilizado para a compostagem.

Alternativa 4: Caso o município não possua nenhuma das facilidades das outras alternativas, ele deverá simplesmente adotar a coleta convencional e destinação final em aterro sanitário.

2.4.2.3 Implantação

Para que a implantação seja bem sucedida, o modelo faz algumas sugestões para capacitação dos recursos humanos e envolvimento da população nas etapas da solução dos problemas relacionados com os resíduos sólidos.

O pessoal responsável pelo gerenciamento deverá ter treinamento diferenciado dos que executarão o serviço.

Os gerentes do Serviço de Limpeza Pública deverão ter conhecimento da legislação existente, das etapas do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos, das tecnologias e projetos referentes aos sistema de resíduos sólidos compatíveis com município, sua responsabilidade na manutenção da qualidade do serviço e da importância desta qualidade para melhoria da qualidade ambiental e da saúde pública.

Para o pessoal executor do serviço, o treinamento poderá ser executado pelo pessoal responsável pelo gerenciamento. Este treinamento deverá abordar a importância do trabalho, da utilização de equipamentos de segurança, o correto manuseio dos resíduos e como se relacionar com a comunidade.

2.4.2.4 Educação ambiental

A população deverá participar ativamente da conservação da limpeza pública. Para isto ela deverá ter conhecimento integral do plano de gerenciamento dos projetos a serem implantados para que entendam as modificações a serem realizadas.

Para um envolvimento integral da população, associações de bairros, escolas, entidades representativas de classe deverão participar no auxílio à conscientização.

2.4.3 *Proposta de Gestão de RSU para o Município de Pratápolis-MG (UFV, 1997)*

Este modelo é um projeto que foi proposto para o município de Pratápolis (MG), que possui características similares ao município do estudo do caso (Itamogi-MG).

Pratápolis possuía uma população urbana de 7921 habitantes, em 1998, com base econômica agrícola, e algumas pequenas indústrias. Está situado a 70 Km do município de Itamoji (MG).

2.4.3.1 Caracterização do município

Em primeiro lugar, foram levantadas as características do município e do sistema de RSU existente. Na caracterização geral do município foram levantados dados como localização, aspectos hidrográficos, topográficos e climáticos, meios de transporte, meios de comunicação, saneamento básico, dinâmica do crescimento populacional, saúde, ensino e cultura.

Para o sistema de gerenciamento de Resíduos Sólidos foram levantados, a produção de resíduos sólidos, sistema de acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e disposição final.

Realizou-se o balanço de massa e observou-se que se produzia 4,86 t/dia. Entretanto 0,92 t/dia era de materiais inertes recicláveis, 1,65 t/dia era de composto orgânico, e 0,96 t/dia era de rejeitos. Dessa forma concluiu-se que se houvesse uma separação na fonte ou triagem, seria possível um reaproveitamento de 2,57 t/dia através da venda de materiais recicláveis e produção de composto orgânico.

2.4.3.2 Elaboração do Planejamento e Projetos Técnicos

O sistema de aterramento é considerado um sistema de destinação final e não de tratamento. Este sistema é uma boa opção para comunidades carentes desde que sejam bem executados (com impermeabilização, tratamento de gás e chorume, drenagem, etc.). Então, se optou pela unidade de triagem e compostagem (UTC), pois seria menor a quantidade de rejeitos a serem aterrados, menor a quantidade de chorume gerado, facilitando desta forma o controle do aterramento que necessitará de menor quantidade de proteções. Além do mais, os programas de gerenciamento das unidades de triagem e compostagem podem contemplar a questão social.

O projeto prevê um programa de coleta seletiva. Para a sua divulgação, propõe-se que sejam utilizadas emissoras de rádio, panfletagem, reuniões com chefes religiosos,

atividades em escolas, etc. Este programa não deverá trazer nenhum ônus significativo para população e Prefeitura Municipal, podendo ser implantado com a infra-estrutura mínima necessária já existente no município.

2.4.3.3 Implantação

A coleta seletiva deverá ser iniciada em uma rua de um dado bairro, sendo esta a rua mais extensa do referido bairro, e progressivamente ser ampliada, a cada semana, uma rua paralela à rua inicial. Após a implantação, em todas as ruas do bairro, procedese à avaliação do projeto (falhas, problemas etc.) para só então, após a correção dos problemas detectados, o projeto poderá ser implantado no próximo bairro escolhido.

Deverá ser pesquisado o mercado para a venda dos materiais recicláveis, levando em consideração que estes poderão ser doados ou repassados para instituições filantrópicas, clubes de serviços, cooperativas de catadores etc., as quais, em muitos casos reais, tem encontrado maior facilidade para colocação dos materiais recicláveis no mercado, face ao cunho social dessas instituições.

Caso sejam colocados postos ou locais para a entrega voluntária do lixo seletivo (por parte da população), estes deverão ter coleta regular antes que seja esgotada sua capacidade de carga sendo os materiais submetidos ao mesmo tratamento, citado anteriormente, para o lixo proveniente da coleta porta-a-porta;

Serão levantados quais as opções para acondicionamento dos resíduos recicláveis, estabelecida a frequência e o horário de coleta para cada rua da área de abrangência do projeto e definir o tipo (ou os tipos) de transporte que será utilizado para a coleta.

2.4.3.4 Educação Ambiental

Um grupo será formado por pessoas da comunidade com atribuições básicas de, juntamente com a Prefeitura, gerenciar, acompanhar, fiscalizar e garantir a sustentabilidade operacional da UTC e de todos os programas a ela relacionados. A exemplo do programa de educação ambiental, coleta seletiva, programas de hortas comunitárias, reflorestamento, comercialização dos produtos recicláveis etc.

O grupo de pessoas responsável por colaborar com a coleta seletiva deverá ter sido previamente treinado ou ter conhecimento sobre coleta seletiva. Será formada pelo coordenador geral e pelos chefes de equipes de trabalho do Programa. As principais equipes de trabalho envolvidas no projeto são:

a) Equipe Técnica: esta equipe deverá participar da elaboração ou ter conhecimento detalhado do sistema de gerenciamento proposto para poder organizar o serviço de limpeza urbana do município: equipamentos, pessoal, roteiros, horário, frequência, tipos de serviços. Esta deverá também definir o tipo de resíduo a ser coletado, definir quais frações do lixo que serão separadas na fonte.

b) Equipe de Mobilização Comunitária: Esta equipe terá como prioridade, mobilizar a comunidade local quanto à sua participação no “Projeto de Coleta Seletiva”, através de ampla campanha de divulgação e informação sobre o projeto.

c) Equipe de Educação Ambiental

Caberá a esta equipe, programar ações educativas com o objetivo de informar, orientar e conscientizar a população sobre a necessidade de acondicionamento, a importância da coleta, a reciclagem de materiais, a remoção e o destino final do lixo etc. Através do desenvolvimento de materiais educativos, tais como: cartazes, folder, vídeos, cartilhas, panfletos ou outro meio de comunicação específico que seja de fácil compreensão e que tenha alcance junto à comunidade local. Caberá ainda a esta equipe,

a promoção periódica de eventos, como: cursos, encontros, palestras, seminários, passeios ecológicos, gincanas ecológicas e concursos (redação, frases, música, etc.).

d) Equipe de Fiscalização e Avaliação

Cabe avaliar se o projeto está sendo implantado dentro dos objetivos preconizados. Os critérios de avaliação deverão ser discutidos de forma clara e democrática, evitando privilegiar, um ou outro aspecto isolado do projeto. As medições e informações decorrentes do seu acompanhamento devem ser sempre discutidas, avaliadas e divulgadas para todos que participam do projeto e para a comunidade em geral, visando à melhoria do próprio programa.

O sucesso de um Projeto de Coleta Seletiva vem, primeiramente, da consciência do fato de que a Coleta Seletiva não visa resolver todos os problemas dos resíduos sólidos de uma comunidade.

2.4.4 *Proposta de Gerenciamento de RSU segundo DIAS e NUNESMAIA (1995)*

Este modelo preconiza que o plano de gerenciamento deve se dividir nas seguintes etapas: a primeira que é a caracterização do município e conhecimento dos resíduos ali produzidos; a partir destes dados, será feita a elaboração de projetos técnicos que visem atender a realidade local.

Além da elaboração dos projetos técnicos, a equipe responsável pela implantação do serviço deverá ser treinada de modo que esteja bem envolvida no trabalho a ser executado.

2.4.4.1 Caracterização do Município

- Dados Locais

Segundo o modelo, a equipe responsável pelo gerenciamento do sistema de limpeza urbana deverá ter em mãos o mapa de ruas e vias da cidade, conhecer a

legislação municipal e federal no que se referirem ao assunto em questão, viabilidade de taxação e restrições ambientais.

O levantamento do clima da região como também pluviosidade, direção dos ventos predominantes, tipo de solo e nível de lençol freático, são de grande importância para escolha de local e elaboração de projeto de aterro sanitário.

Para análise da viabilidade de implantação de coleta seletiva, o mercado de sucatas deverá ser observado. Esta alternativa só será viável se houver um escoamento destes recicláveis coletados.

Cidades que possuem economia com base na agricultura terão como uma boa opção a implantação a compostagem. Municípios com economia voltada para o turismo deverão dar ênfase na educação ambiental para os turistas.

Deverão ser levantadas as escolas existentes no município, número de alunos e professores. Também devem ser identificados quais são os serviços de comunicação em massa no município e quais são as organizações existentes (como associações de bairro) para que sirvam de aliados na implantação de novos procedimentos.

Haverá também a necessidade de levantar quais são os pontos geradores de resíduos patogênicos, como postos de saúde, hospitais, clínicas odontológicas etc.

As áreas levantadas que forem consideradas adequadas, deverão possuir características que contribuam para proteção ao ambiente, assim como a disponibilidade de material para recobrimento.

Todos os equipamentos disponíveis para manejo dos resíduos deverão ser listados, como veículos de coleta, tratores, balanças etc. As oficinas e o nível de conhecimento da equipe técnica deverão ser levantados.

- Dados sobre o Sistema de Limpeza Urbana e Características dos Resíduos Gerados
 - Procedimentos referentes à limpeza urbana

Alguns dados referentes aos serviços prestados deverão ser levantados como roteiro de coleta, tempo de percurso, forma como é realizada a varrição.

O tipo de acondicionamento dos resíduos gerados, assim como a caracterização do local onde são depositados, deve fazer parte do levantamento.

Deveram ser mapeados os serviços de saúde, terminais rodoviários, os pontos maiores geradores de resíduos, os locais de difícil acesso e pontos turísticos.

- Dados referentes aos resíduos gerados

Serão necessárias a caracterização dos resíduos gerados na cidade e sua quantificação per capita. Deve-se estimar o peso específico “in natura” para que se possa dimensionar com precisão o veículo coletor dos resíduos, os depósitos para armazenamento dos resíduos recicláveis e o aterro sanitário.

2.4.4.2 Elaboração do Planejamento e de Projetos Técnicos

As alternativas para a destinação de resíduos sólidos podem ser definidas conforme Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Estudo de alternativas para destinação de resíduos sólidos

	Existência de mercado para recicláveis	Pólo agrícola ou áreas degradadas	Comunidade sensível e facilidade educação para ambiental	Inexistência de recursos	Solução Adequada
Alternativa 1	X	X	X		Coleta seletiva, compostagem e aterro controlado.
Alternativa 2	X	X			Coleta, catação no destino final dos recicláveis, compostagem e aterro controlado
Alternativa 3		X			Aterro controlado podendo viabilizar compostagem com o orgânico proveniente de geradores em potencial
Alternativa 4				X	Coleta convencional e Aterro Controlado

2.4.4.3 Implantação

A equipe técnica responsável pelo gerenciamento deverá receber um treinamento o qual deverá contemplar conhecimentos sobre legislação ambiental municipal, estadual e federal. Esta equipe deverá conhecer o projeto integralmente e estar empenhada na melhoria da saúde da população e qualidade do ambiente.

2.4.4.4 Educação ambiental

A participação da população é de grande importância para sucesso do plano de gerenciamento. Esta deverá estar envolvida e entender que também é responsável com os problemas referentes aos resíduos gerados.

A Educação Ambiental deverá iniciar nas associações já organizadas como, por exemplo, as escolas. A conscientização da população permitirá que esta comece a separar lixo na fonte, entregar nos postos de recebimento, evitar desperdícios, reaproveitar o lixo na sua própria residência e contribuir para permanência da limpeza.

2.4.5 *Considerações e análise dos modelos de gestão dos RSU para municípios de pequeno porte*

Segundo os quatro modelos apresentados, para se elaborar um sistema de gestão de RSU para municípios de pequeno porte eficiente deve-se, inicialmente, fazer uma caracterização aprofundada do município. Conclui-se desta forma que é inviável a implantação de um sistema de GRSU antes de se realizar esta etapa.

Entretanto, o modelo CEPIS/OPS/OMS preconiza que, se houver dados de outro município próximo que já tenha realizado esta caracterização, estes dados poderão ser utilizados, desde que as características sejam semelhantes. Desta forma, a etapa inicial fica facilitada, com redução de tempo e custos.

Este modelo deixa claro que, na elaboração do planejamento da gestão, é importante que a população esteja envolvida no processo e esteja contribuindo com sugestões. Esta condição levaria a um maior sucesso do projeto, uma vez que estarão sendo implantadas medidas que atendam às necessidades locais e com recursos da própria região. A participação de mulheres e jovens é valorizada. Os demais modelos também abordam esta questão, entretanto o modelo CEPIS/OPS/OMS preconiza o envolvimento da população desde o início da elaboração do plano de gestão, pois a população estando de acordo com este, facilitará o processo de adaptação e adoção das medidas propostas.

As propostas de SILVA (1997) e NUNESMAIA (1995) são semelhantes nas possíveis soluções para disposição final. Enfatizam que deve optar por uma coleta seletiva somente se o município possuir condições favoráveis a esta implantação. Desta forma conclui-se ser importante que se avalie e incorpore os dados levantados no processo de gerenciamento.

A educação ambiental foi abordada nos 4 modelos citados. O modelo elaborado pela UFV chega a descrever especificamente uma proposta de educação ambiental (para implantação da coleta seletiva), que tem como objetivo envolver toda a comunidade. Desta forma, fica evidente a necessidade de um programa de educação ambiental que ocorra de forma continuada envolvendo toda a comunidade e colocando-a como responsável pelo sucesso do programa.

Pode-se concluir a partir da análise dos modelos apresentados, que não apresentam diferenças significativas entre si. Todos deixaram evidente a necessidade do PGRSU (Plano de Gestão de RSU) ser elaborado de acordo com as facilidades disponíveis e considerando principalmente as características e necessidades locais.

2.5 Alternativas de Disposição Final para Pequenas Comunidades

A seguir, serão descritos 4 trabalhos abordando exemplos voltados para pequenas comunidades, relacionados especificamente com a etapa de disposição final, seja para a seleção de áreas, seja com relação à técnica empregada.

2.5.1 Sistema de apoio à decisão (SAD) para seleção de áreas de aterros sanitários para pequenas comunidades (SOARES et al., 2002):

De acordo com SOARES, LUPATINI e CASTILHOS Jr (2002), o uso de aterros para disposição final em pequenas comunidades é um método de grande aplicabilidade, devido à facilidade operacional e ao baixo custo comparado a outras técnicas de disposição de resíduos urbanos, mesmo porque as outras técnicas necessitam de um aterro de rejeitos.

O primeiro passo para uma disposição adequada é a escolha do local. Esta escolha deve considerar aspectos ambientais, de saneamento e sociais.

Entretanto, os municípios de pequeno porte não contam com recursos técnicos e financeiros para desenvolver projetos que levem em conta esta questão. Propôs-se então o desenvolvimento de um software com a função de apoiar a tomada de decisões na escolha de áreas para implantação de aterros sanitários. Trata-se de um programa Visual Basic, com armazenamento de dados através do Microsoft Access, que permite ao usuário um encaminhamento na tomada de decisão, não exigindo conhecimento específico da área de RS. Ele disponibiliza informações relevantes para o processo e a maneira como elas devem ser organizadas. Pode também orientar a triagem preliminar de áreas inadequadas, realizando avaliações comparativas das áreas segundo critérios ambientais, de engenharia e econômicos. O programa, a partir destas análises, pode fornecer ao usuário elementos para dimensionamento do empreendimento (como vida útil e projeções de geração de resíduos).

2.5.2 Concepção e Implantação de Células Pilotos de Aterramento de Resíduos Sólidos (PESSIM et al., 2002).

Este trabalho iniciou-se com a implantação de duas células piloto de aterramento de resíduos sólidos no Campus da Universidade de Caxias do Sul, com o objetivo de monitorar o processo de digestão anaeróbia e, principalmente, fazer uma comparação entre processos de impermeabilização com solo argiloso compactado e manta sintética de polietileno de alta densidade (PEAD).

Os resíduos confinados nas células foram obtidos da coleta regular da cidade de Caxias do Sul, RS. Optou-se por bairros que eram mais eficientes na segregação de resíduos na fonte, pois se desejava um maior percentual de resíduos orgânicos.

No entorno das células foram instalados piezômetros para monitoramento das águas subterrâneas. As células receberam 35 toneladas de resíduos sólidos cada e possuíam sistemas de drenagem de percolado e de gases.

A primeira etapa para implantação do sistema foi o processo de licenciamento ambiental que exigiu: a caracterização geotécnica da área a partir dos ensaios-teste de permeabilidade e classificação dos solos (ASTM standard D2487-69), além de levantamento hidrogeológico, instalação de postos de monitoramento e laudo da cobertura vegetal.

Após a etapa de licenciamento ambiental, iniciou-se a implantação das células piloto. Estas foram escavadas no formato tronco-piramidal, com colchão drenante de segurança (areia grossa) sob a camada impermeabilizante. Em contato com esta, foi instalado um poço de inspeção, confeccionado em tubo de PVC de 100 mm, perfurado na sua porção final.

Foram implantadas duas células, com diferentes sistemas de impermeabilização. Numa célula foi colocado solo argiloso e compactado no fundo e laterais, com espessura média de 80 cm. A outra, recebeu geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura 1mm.

Junto às células, implantou-se um sistema que permite a recirculação periódica do percolado, para acelerar o processo de degradação. Foram utilizados tubos de PVC de 50 mm de diâmetro e 1 m de comprimento, instalados a partir da superfície da célula. Estes tubos estão interligados a mangueiras que por sua vez conectam a bomba responsável pelo recalque dos percolados dos postos de captação.

Este trabalho ainda não apresentou resultados conclusivos. Foi aqui incluído, pelo fato de descrever uma proposta de disposição adequada para pequenas comunidades, além de trazer à discussão a questão da impermeabilização, cuja eficiência e cujos custos devem ser objeto de atenção na busca de soluções para aterros mais simples.

2.5.3 Trincheiras em Série para Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos segundo GOMES et al. (2002).

Este trabalho apresenta resultados da análise econômica e do plano de monitoramento da área de um sistema de disposição de resíduos sólidos para o município de Presidente Lucena (RS) com uma população de 2100 habitantes.

Na primeira etapa, foram levantadas as características referentes ao município e aos resíduos sólidos gerados. Ainda foram levantados dados referentes à área de reciclagem e disposição dos RSU, como: localização, vias de acesso, condições geotécnicas e clima.

Para confirmação do local da área de disposição foi utilizada metodologia especificamente desenvolvida, apoiada em sistema de informação geográfica (SIGLIXO), como forma de obter o diagnóstico ambiental preliminar da área. Este SIG foi utilizado com algumas simplificações devido à ausência de determinados dados.

Com a organização e a análise dos dados, elaborou-se um projeto técnico considerando as condições locais. O tipo de disposição adotado foi o de trincheiras em

série, que inclui atividades de movimentação de terra e implantação de sistemas de impermeabilização, drenagem e recirculação de líquidos percolados.

Para acompanhamento de possíveis contaminações, foram perfurados 3 poços de monitoramento do lençol freático a jusante e 1 a montante das trincheiras, conforme o fluxo superficial das águas.

A partir da escavação dos poços foi possível identificar o tipo de solo do local, consistência, profundidade das camadas de solo e nível do lençol freático. Posteriormente foram executados os piezômetros com tubo de PVC rígido de 100 mm perfurado, envolvido por uma tela de náilon e areia lavada. A fim de evitar a entrada de líquidos provenientes da superfície utilizou-se bentonita e argila pouco arenosa existente no próprio local para vedação do espaço anular em torno do tubo de revestimento.

No município já está sendo construída uma Unidade de Triagem. Desta forma, o sistema de disposição foi desenvolvido no sentido de complementar esta Unidade. A população já se preocupa com o reaproveitamento de matéria orgânica nos pontos geradores, o que minimiza a geração deste material.

As trincheiras construídas têm capacidade para recebimento de aproximadamente dois meses de resíduos da comunidade. Considerou-se que, devido à existência de uma unidade de triagem, apenas 69% dos 1960 Kg/semana de resíduos seriam dispostos nas trincheiras. Para este sistema não se considerou sistema de compactação, portanto adotou-se densidade de 145 Kg/m^3 .

As dimensões adotadas para cada trincheira de formato trapezoidal foram de 4x7x3 metros, com as laterais inclinadas (1:2). Optou-se por este formato devido à utilização de manta de impermeabilização em PEAD e também pelas características do solo do local. O recobrimento final constituiu de uma camada compactada de 40 cm de solo do próprio local.

Como suporte ao sistema de impermeabilização executou-se um colchão drenante do líquido lixiviado. Este sistema de drenagem consiste na colocação de 30 cm

de brita em toda a extensão do fundo da trincheira (com inclinação de 1%) e um tubo de PVC (40mm) perfurado ao longo da mesma. O sistema de drenagem conduz o líquido até um tubo de concreto de 1 m de diâmetro, a partir do qual ele pode ser recirculado.

Este sistema está sendo operado desde maio de 2001, apresentou boa eficiência, pois não se observaram impactos na área. Os custos destes sistemas de disposição são apresentados no Quadro 2.2, os quais são referentes à construção de 3 trincheiras com recirculação de líquido lixiviado da primeira para a segunda da segunda para a terceira.

Foram aterrados nestas 43.500Kg de resíduos durante um período de 7 meses.

Quadro 2.2 – Descrição dos custos com a implantação e operação do sistema

Etapa	Custo
Serviços Preliminares	3060,00
Movimento de terra	185,00
Sistema de impermeabilização e drenagem do líquido lixiviado	2820,00
Telhado (eucalipto e manta de PVC, reaproveitável)	170,00
Cobertura Final	90,00
Poços de monitoramento da área	2000,00
Caracterização de solo e brita	300,00
Recirculação de líquido lixiviado (para recirculação manual)	75,00
Total	8700,00

2.5.4 Implantação e Operação de um Aterro Sustentável para Pequena Comunidade (LANGE et al., 2002).

Este trabalho foi desenvolvido para o município de Catas Altas (MG). Inicialmente foram levantadas várias informações sobre o município, população, sistema de limpeza urbana.

Realizou-se também a caracterização da área de disposição e dos resíduos gerados no município. Para caracterização da área, realizaram-se os levantamentos topográfico, geotécnico e hidrogeológico. Foi verificado se a área era de proteção ambiental, de mananciais ou se havia probabilidade de crescimento urbano em direção à mesma.

Após a caracterização dos resíduos estimou-se uma produção média de 1.250 kg/dia e uma cota de 470g/hab.dia, sendo que o serviço de coleta atende 90% da população urbana de 3.000 habitantes.

Durante a seleção da área avaliou-se a possibilidade de implantar novo aterro na área do antigo lixão. Para esta avaliação utilizou-se uma metodologia que consiste num sistema de pontuação e que considera distância do centro gerador, condições de acesso, características do solo, proximidade de corpos d'água, disponibilidade de material de cobertura, visibilidade, topografia, propriedade do terreno e custo de desapropriação.

A partir desta análise, percebeu-se que a área previamente utilizada atendia a maioria das questões levantadas. Optou-se então por continuar utilizando-a, a partir de ações de remediação, isolamento, limpeza e revegetação.

Para aterramento dos materiais optou-se pelo método de trincheiras, uma vez que este tipo permite utilização do material escavado para recobrimento diário e final dos resíduos. Desta forma, evita-se a adoção de equipamentos complexos e do emprego de mão de obra qualificada, geralmente escassa em pequenas comunidades.

Adotou-se um tempo útil de 3 meses para cada trincheira, devido ao custo da escavação mecânica. A partir dos dados coletados durante a caracterização, foram calculadas as dimensões das trincheiras, as quais tiveram formato piramidal com comprimento de 30 m, largura no topo de 5 m, na base de 3 m e altura 3 m.

Este projeto considerou uma vida útil de 15 anos, ocupando 40% da área, que apresenta declividades favoráveis à construção e operação das trincheiras. Entretanto esta estimativa não leva em consideração os recalques da massa de resíduos, nem a diminuição pela implantação de uma futura unidade de triagem e compostagem.

A implantação do aterro consistiu inicialmente na limpeza e isolamento da área e suspensão da queima dos resíduos. As vias de acesso foram melhoradas e foi construída uma casa de apoio.

Como sistema de impermeabilização da base das trincheiras, optou-se pela compactação do solo do próprio local, devido às características geológicas favoráveis e a ausência de recursos financeiros para utilização de geossintéticos. Por meio do monitoramento das águas subterrâneas, observou-se um bom potencial de retenção da contaminação para solo do local, especialmente por metais pesados.

Para a construção dos sistemas de drenagem de gases e de líquidos percolados, foram utilizados tubos de PVC e garrafas PET perfuradas. Os primeiros também foram empregados na construção de poços de monitoramento de percolado e do solo.

Para que não houvesse infiltração de água de chuva durante a operação do aterro, construiu-se uma cobertura temporária de baixo custo e fácil montagem e obtenção materiais no local.

As camadas de resíduo e cobertura diária tiveram espessura de 30 e 10 cm, respectivamente. Para execução da compactação foi testado um rolo manual de 160Kg, o qual apresentou boa eficiência. Depois de encerrada a capacidade de aterramento de resíduos a trincheira foi coberta com uma camada de 50cm de argila compactada.

Para um bom funcionamento do aterro os operadores receberam um treinamento que abordava questões técnicas, de higiene e saúde além de informações referentes as fases de implantação e operação, a fim de que este empreendimento se estabelecesse de forma autônoma.

De acordo com a avaliação econômica considerando construção, operação e fechamento, para uma geração de 1250 Kg/dia, o custo de uma tonelada de resíduo disposto é de R\$ 30,00. Avaliou-se também o custo integral da infra estrutura do aterro, incluindo mão de obra e equipamentos, chegando-se a um custo de R\$ 6,00 por habitante/ano.

Está sendo desenvolvida no município uma campanha de educação ambiental, para fim de implantação de uma coleta seletiva e operação de uma unidade de triagem e compostagem.

2.5.5 Formas de destinação simplificadas de RSS

Nos municípios de pequeno porte, é importante que se tenha uma manipulação e disposição simplificada, pois estes normalmente não possuem recursos para adotarem tecnologias caras. De acordo com CEPIS (2003) uma maneira simplificada de disposição dos RSS é adotar valas sépticas manuais. Estas poderão ser implantadas no próprio hospital se este possuir uma área ampla, principalmente se a cidade não possui uma destinação adequada para este tipo de resíduo.

Este sistema consiste em uma vala para depositar RSS infecciosos e especiais e que preferivelmente tenham sido submetidos à desinfecção e neutralização química. Algumas especificações devem ser seguidas: deve ter vida útil inferior 5 anos; isolamento especial que não permita a entrada de líquidos e uma distância maior que 200 m de qualquer recurso hídrico ou tratamento de água potável; impermeabilização de fundo com argila compactada de 60 cm ou membrana plástica de 200 micrometros no fundo da célula; cobertura final de 50 cm de argila e sinalização adequada.

Para implantação de um sistema de disposição para os RSS é importante o levantamento das características do solo, quantidade produzida de rejeitos infecciosos e especiais, levantamento topográfico e avaliação de impacto ambiental, etc.

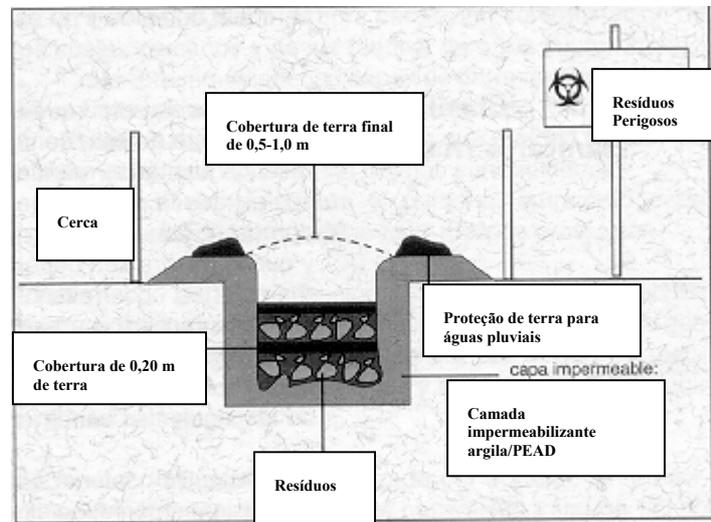


Figura 2.1 - Vala Séptica para RSS

Fonte: CEPIS (2003)

De acordo com WEB RESOL (2002a), os RSS provenientes de pequenos estabelecimentos de saúde podem ser dispostos com as técnicas similares às utilizadas nos aterros sanitários comuns. Entretanto o manejo e tratamento requerem cuidados especiais.

Este tipo de disposição (“silo”, Figura 2.2) deve ter uma tampa de fácil manipulação para que se evite a entrada de vetores. Os resíduos líquidos não devem ser depositados no silo para evitar a presença de odores desagradáveis. O local de implantação deste sistema deve possuir isolamento e somente pessoas responsáveis pelo manuseio deste, deverão ter acesso. No encerramento deste sistema deve ser colocada uma camada de 30 cm de terra para vedação do silo e também sinalizar o local para que não haja qualquer tipo de interferência.

Durante a coleta dos RSS, as embalagens devem receber rotulagem diferenciada para que se distingam os RSS dos demais materiais, além de maior cuidado para que não se rompam, misturando-se desta forma com os outros resíduos.

O armazenamento também deve ser realizado separadamente. Estes podem ser acumulados nos mesmos locais que são produzidos, caso haja disponibilidade de áreas. Os resíduos não contaminados, como os de escritórios e outras dependências, podem ser destinados juntamente com os resíduos comuns.

Entretanto, para dimensionamento de qualquer sistema de disposição, é necessário que se quantifiquem os RSS. Isto pode ser feito medindo-se diretamente os volumes ou pesos gerados, ou por meio de uma estimativa. Esta estimativa pode ser feita através de valores pré-determinados pela literatura específica. Por exemplo, de acordo com CEPIS (2003), gera-se de entre 2,3 a 4,5 kg/dia/leito ocupado.

Como para os demais resíduos, no gerenciamento dos RSS deve-se considerar a minimização. Esta pode-se dar através do reuso e da reciclagem.

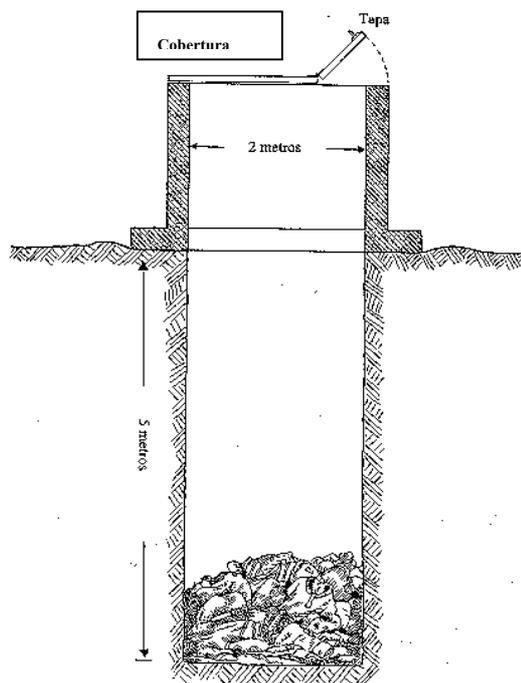


Figura 2.2 – Silo para disposição dos RSS

Fonte: WEB RESOL (2002 a)

2.5.6 Considerações e Análise das Propostas de Sistemas de Disposição Final para Pequenas Comunidades

Os sistemas apresentados para a disposição final em pequenas comunidades enfocam a necessidade de caracterização do município e de seus RS, bem como a seleção de áreas possíveis para tal disposição. O primeiro trabalho, inclusive, é específico para esta finalidade.

Com relação ao levantamento de dados para caracterização do município e das áreas, alguns ensaios propostos não são de fácil realização por município com menos recursos, ou que não tenham acesso a instituições que possam fazê-los. Desta forma, seria desejável optar-se por ensaios mais simplificados, que possam ser realizados no próprio município e por profissionais não especializados.

O programa SAD proposto por SOARES, LUPATINI e CASTILHOS Jr (2002), poderá facilitar a decisão de técnicos na escolha de áreas, mas, mesmo assim, ainda existem ensaios e conceitos aos quais muitas vezes aqueles não terão acesso. Assim, poderá ser necessária a contratação de outros profissionais, onerando as administrações municipais. Por outro lado o programa SAD será muito útil a técnicos que já tenham alguma experiência com o gerenciamento de resíduos sólidos ou que tiverem suporte de instituições de ensino ou pesquisa. Da mesma forma, o uso de ferramentas de SIG, embora cada vez mais comum, ainda encontra dificuldades nesse tipo de comunidades.

O modelo proposto por LANGE et al. (2002) preocupa-se em organizar o gerenciamento de forma que o sistema continue sendo desenvolvido no futuro sem a presença da universidade. Esta condição permite o sucesso do projeto, pois as pessoas da localidade responsáveis pelo desenvolvimento das atividades precisam estar cientes da importância do destino adequado dos RS. Desta forma, estarão envolvidas integralmente no processo. Outra preocupação do projeto foi a de considerar a redução

da quantidade de resíduos, em função da implantação de uma unidade de triagem e compostagem, o que aumentará a vida útil da área de aterramento, além de propiciar menor infiltração de poluentes no solo e água.

Esta redução dos resíduos ganhou mais ênfase no trabalho de GOMES et al. (2002), cujos dados indicam a necessidade de aterramento de 69% dos 1960 kg/semana de RS coletados, para uma população de 2100 habitantes, o que equivale a apenas 130 g/hab.dia, valor bem inferior à média de geração do Brasil. Isto ocorreu porque as trincheiras propostas recebem apenas os rejeitos resultantes de uma triagem com eficiência de 31%, além do fato da população já aproveitar a matéria orgânica nas próprias residências.

LANGE et al. (2002) e GOMES et al. (2002) apresentaram alguns custos referentes aos sistemas de disposição. No sistema proposto por LANGE et al. (2002), o custo da construção, operação e fechamento das trincheiras, incluindo mão de obra, foi de R\$ 30,00/ton. Considerando toda a infraestrutura do aterro, inclusive equipamentos, o custo estimado foi de R\$ 6,00 por habitante/ano. Já os dados apresentados por GOMES et al. (2002) para o sistema descrito permitem a obtenção de um custo bem maior por tonelada, cerca de R\$ 180,00. Porém, o custo por habitante/ano foi da mesma ordem (R\$ 6,30). Isto se deveu ao fato da produção de RSD por habitante ter sido bem menor neste segundo caso, conforme já discutido. Com relação à diferença de custos por tonelada, os sistemas possuem algumas características que podem justificá-la. Por exemplo no sistema LANGE et al. (2002) foi utilizado solo do próprio local para impermeabilização de fundo, enquanto que GOMES et al. (2002) propôs utilização de PEAD. Portanto as condições financeiras do município devem ser consideradas na adoção de técnicas a serem implantadas.

A importância destas propostas está em adequar as formas de disposição à realidade dos municípios de pequeno porte, que em sua maioria não possuem recursos para implantação de sistemas complexos. Diante destes exemplos, conclui-se que

existem técnicas que estão ao alcance destes municípios, para a implantação de um sistema de disposição adequado. Entretanto, algumas adaptações e simplificações podem se fazer necessárias, considerando-se também que não bastam apenas as soluções de engenharia. É importante existir, desde um real interesse por parte da administração municipal, até uma efetiva capacitação e sensibilização dos agentes envolvidos, o que inclui, sem dúvida, a própria população beneficiada.

3 MÉTODO

3.1 Desenvolvimento da pesquisa

A presente pesquisa constou inicialmente, na identificação, a partir de informações obtidas na literatura pertinente, de modelos e propostas para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, em especial aplicáveis a municípios de menor porte. Os modelos identificados foram descritos, sistematizados e analisados, permitindo observar as principais características de cada um deles. Em seguida foi feita uma comparação entre os mesmos.

A partir da análise efetuada, foram elaboradas diretrizes mais específicas, que pudessem contemplar as realidades de municípios de pequeno porte e que apresentassem características comuns da Região Sudeste do Brasil. Assim, fatores como restrição de recursos financeiros e humanos, uso de tecnologias mais simples, dificuldades na obtenção e análise de informações, foram considerados para definição das diretrizes. Para melhor adequação à realidade, além de considerações teóricas, foram feitas observações de campo em algumas localidades com as características descritas e que já apresentavam algum tipo gestão do Sistema de Resíduos Sólidos.

Em seguida, as diretrizes foram aplicadas para o caso concreto de um município com as características mencionadas, procurando dar origem a um Plano de Gestão de

Resíduos Sólidos para o mesmo. O município escolhido foi Itamogi (MG), cujos dados sócio-econômicos e ambientais, principalmente relativos aos resíduos sólidos urbanos, foram levantados e sistematizados. Para tanto, foram feitas consultas a pessoas e instituições, bem como observações diretas, medições e constatações em campo. Os procedimentos adotados neste levantamento estão detalhados no item 3.2.

Finalmente, a partir dos modelos sistematizados e da aplicação realizada, as diretrizes anteriormente propostas sofreram ajustes, contemplando as especificidades observadas, as dificuldades, limitações e potencialidade identificadas. Deste modo, foi obtido um conjunto de diretrizes que poderão servir de subsídio para a elaboração de planos de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em municípios com características descritas.

3.2 Caracterização do Município de Itamogi e de seu Sistema Resíduos Sólidos

Para caracterizar o município estudado, foram levantados dados físicos, ambientais e sócio-econômicos relativos ao mesmo. Da mesma forma, foram pesquisadas informações referentes aos seus resíduos sólidos.

Alguns dados foram fornecidos por órgãos municipais, tais como a Prefeitura Municipal, centro de saúde, Hospital São João Batista de Itamogi, escolas, entre outros.

Órgãos estaduais também foram consultados, como a Companhia Saneamento de Minas Gerais (COPASA), a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), a ONG “Agência de Desenvolvimento Sustentável do Brasil Sudeste” (ADEBRAS) que publicou pesquisa realizada pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. (CEDEPLAR/UFMG). Muitas das informações foram obtidas por meio de observações e verificações “in loco”, ou ainda em entrevistas com funcionários municipais.

Dados referentes ao sistema de coleta de resíduos sólidos domésticos foram obtidos em entrevistas com o motorista do caminhão, pois o município não possuía nenhum cadastro ou controle.

O levantamento do sistema de disposição foi obtido através de visitas ao local, entrevista com catadores e levantamento topográfico da área.

Os resíduos gerados foram caracterizados em duas etapas. A primeira foi a pesagem dos resíduos domiciliares e comerciais coletados num determinado período, e a segunda a determinação da sua composição gravimétrica.

A pesagem foi realizada diretamente no caminhão coletor, durante 6 dias consecutivos (segunda-feira a sábado), em balança eletrônica de marca Toledo, para 60 toneladas e com precisão de 10 Kg.

Este procedimento realizou-se da seguinte forma: primeiro pesou-se o caminhão vazio e abastecido. Depois a cada viagem pesou-se o caminhão cheio e subtraiu-se o peso do caminhão abastecido vazio. No final do dia, somou-se o peso do lixo de todas as viagens do dia. Pesou-se se então o caminhão novamente para que se pudesse obter o peso do combustível gasto e somá-lo ao total dos resíduos do dia o que gerou os dados Quadro 3.9.

Os valores da composição gravimétrica dos resíduos existentes no município foram obtidos a partir da média do resultado de 9 viagens do caminhão coletor, realizadas em 4 dias consecutivos, no período de 21 a 25 de julho de 2002.

O procedimento adotado foi o seguinte: o caminhão descarregava os resíduos em um único monte, do qual eram coletadas amostras em quatro lados e no topo, colocando-os em 5 tambores de 200 l. O conteúdo dos mesmos era disposto sobre uma lona e separado em 4 partes iguais. Eram escolhidas duas partes opostas diagonalmente, as quais eram misturadas manualmente.

Era feita nova divisão em 2 partes, sendo escolhida uma delas. Esta era colocada no tambor de 200 l sem que o resíduo fosse comprimido e de forma que ficasse totalmente cheio. A amostra final contida no tambor era então pesada em balança com capacidade para 200Kg.

Esta pesagem do tambor cheio foi realizada durante as 9 amostragens e subtraiu-se o peso do tambor vazio. De posse do resultado das 9 pesagens, foi feita a média. Com esta média foi possível calcular a densidade aparente (Quadro 3.11) pela fórmula $\rho = P/V$, sendo a média das pesagens $P = 30,18 \text{ Kg}$ e o volume do latão $V = 200 \text{ l}$.

Depois de pesados, os resíduos eram despejados novamente sobre a lona e separados nas seguintes classificações: matéria orgânica, lixo de banheiro, papel/papelão, plástico, vidro metal ferroso, metal não ferroso, borracha, trapo e outros.

Uma vez todo material separado, pesou-se item por item na mesma balança para 200 Kg, devido a dificuldade de disponibilizar balança com maior precisão. Com os resultados das 9 pesagens foi calculada a composição média dos resíduos, o que gerou o resultado do Quadro 3.10.

Foram encontradas algumas dificuldades. O departamento contábil não tem um controle rígido que especifique detalhadamente o que foi gasto. Os dados do Quadro 3.13 foram obtidos na oficina da Prefeitura Municipal onde é realizada a manutenção. O que torna difícil um levantamento rígido dos dados referentes ao Sistema de Limpeza.

Elaborou-se um balanço de massa, a partir dos resultados obtidos da composição gravimétrica, considerando-se uma projeção de um período de 15 anos.

4 DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

4.1 Considerações Gerais

Neste trabalho, determinou-se que, para efeito das propostas de gestão, os RSU seriam considerados de uma forma mais ampla. Assim, esta denominação englobará os RSD, RCI, RSP, RSS, RSV e RCD.

Optou-se por trabalhar com esta abordagem dos RSU, pois os municípios de pequeno porte podem contar com algumas facilidades, no que diz respeito a uma gestão mais integrada, daqueles diferentes resíduos. Para estes municípios, torna-se mais fácil a comunicação com a população, a fiscalização das medidas propostas, a organização da sociedade no processo de gestão dos RS. Além disto, a quantidade de resíduos gerados é menor e os processos de segregação, coleta e disposição podem ser mais simplificados. Em suma, apesar da responsabilidade sobre os resíduos ser sempre dos geradores, uma administração em município de pequeno porte pode atuar de forma mais direta na gestão de um número maior de tipos de resíduos.

Entretanto, percebeu-se que nos municípios de pequeno porte, existem dificuldades que se contrapõem à implantação de uma boa gestão dos RSU. Uma delas é

que tais municípios possuem normalmente arrecadação baixa, portanto, há uma falta de recursos para investimentos. Outra dificuldade é que as prefeituras destes municípios não contam com mão de obra especializada para realização de projetos de gestão e gerenciamento do sistema de RSU, e a contratação de técnicos para tais finalidades é considerada desnecessária.

Assim percebendo-se as facilidades e dificuldades dos municípios de pequeno porte em gerenciar seus RS, optou-se por abordar a gestão de forma global, contemplando soluções simplificadas, de baixo custo, acessíveis a técnicos e administradores sem especialização no tema e que envolva a população.

4.2 Indicações para elaboração do Plano de Gestão dos RSU.

A partir das informações da literatura, em especial os modelos de gestão e disposição apresentados, será proposta a seguir uma abordagem sistematizada sobre a elaboração de um Plano de Gestão de RSU (PGRSU) específico para municípios de pequeno porte. No capítulo seguinte, será descrita a aplicação desta proposta ao município de Itamogi – MG.

4.2.1 Sistematização das informações para elaboração do PGRSU

Com a finalidade de organizar e facilitar os procedimentos de elaboração do PGRSU, está sendo proposto um Quadro, no qual se pretende, para os diferentes tipos de RSU, explicitar suas principais características, condições, alternativas, dificuldades e soluções propostas, bem como os recursos humanos e materiais necessários, além da definição de prazos e responsabilidades. O Quadro 3.1 servirá como orientação para a discussão a seguir. Cada item do Quadro foi numerado e, subsequentes a este, estão relacionadas as indicações necessárias para o seu preenchimento.

Quadro 4.1 – Sistematização de alternativas para elaboração do PGRSU.

Tipo de Resíduo (1)	Situação Atual (2)	Possíveis Soluções (3)			Estimativa de Custos (5)		Responsáveis (6)	Prazos (7)	Obstáculos/ dificuldades (8)
			Implantação	Operação	Implantação	Operação			
RSD									
RCD									
RSV									
RSP									
RCI									
RSS									
RSR									

(1) Incluir cada um dos RS que serão abordados pelo PGRSU

(2) Descrever a situação atual dos RS em questão, em termos de geração coleta, transporte e disposição

(3) Relacionar as soluções que sejam aplicáveis ao município em questão; a descrição completa deve ser feita à parte; soluções não aplicáveis não serão consideradas.

(4) Relacionar recursos necessários para cada solução, nas fases de implantação e operação.

(5) Identificar responsáveis pela implantação e pela operação.

(6) Estimar custos.

(7) Definir prazos para aplicação da solução.

(8) Relacionar principais obstáculos e dificuldades.

4.2.2 *Orientações para escolha de alternativas*

4.2.2.1 Levantamento de dados do Município e do Sistema de RSU existente

Conforme se evidenciou na revisão bibliográfica, os trabalhos citados enfocam a necessidade de caracterizar o município e o sistema de RS existente. Devem ser levantadas informações sobre os seguintes aspectos:

- Caracterização do município

- histórico do município;
- situação geográfica;
- população e taxa de crescimento;
- características climáticas, altitude;
- características do sistema de abastecimento de água, esgoto, iluminação pública;
- dados do sistema ensino e saúde;
- atividades econômicas e geradoras de renda desenvolvidas no município;
- principais organizações ou grupos existentes no município a ser estudado;

-Caracterização da coleta

Normalmente em pequenos municípios não existe projeto de rota de coleta ou um funcionário responsável pela roteirização. Nestes casos, o próprio motorista do caminhão é responsável pelo destino. Assim deve-se reunir todos os funcionários responsáveis pela coleta para melhor obter informações como:

- mapas da malha urbana;
- rota e o porquê daquele roteiro;
- tempo gasto e frequência;
- dificuldades encontradas pelos coletores;
- tipos de recipientes utilizados;
- estratégia de coleta;
- tipos de materiais que dificultam a coleta;

- principais pontos geradores de RSU (mercados, matadouros);
- distribuição das residências;
- pontos geradores dos resíduos dos serviços de saúde.

-Caracterização da disposição final

- levantamento das características (direção dos ventos, hidrogeologia, etc.) da área utilizada e outras áreas que poderão ser utilizadas;
- tipo de disposição;
- impactos gerados;
- resíduos dispostos nesta área;
- verificação da presença de catadores, quais materiais coletados, a quantidade e preço de venda.

-Características dos resíduos

- Caracterização dos RSU gerados no município. (caso haja dificuldades para a realização de uma caracterização por amostragem, pode-se adotar a caracterização dos RSU de outro município com características semelhantes, em termos de economia, costumes, população, clima etc.);
- Levantamento de custos referentes ao sistema de limpeza pública do município. Em pequenos municípios, embora os valores sejam menores e o acesso mais direto, pode haver dificuldade em obter tais custos, por falta de organização e sistematização dos mesmos. Pode ser necessária uma pesquisa diretamente junto aos funcionários responsáveis pelas despesas.

4.2.2.2 Minimização dos resíduos a serem coletados e dispostos

O primeiro passo para iniciar um projeto de gestão é analisar as características levantadas para que se possa adequar à realidade local.

Uma vez analisadas as características, pode-se perceber que o município não tem recursos para implantar um gerenciamento que contemple uma forma de tratamento e

disposição adequadas. Este poderá optar inicialmente, por trabalhar o conceito de minimização na fonte, junto com uma coleta seletiva voluntária. O município poderá colocar pontos de entrega voluntária, e juntamente com isto começar o processo de educação ambiental. Desta forma, o município já educará a população para um futuro programa de coleta seletiva e minimizará os resíduos que poderiam ser descartados e dispostos inadequadamente.

Estes resíduos dos pontos de entrega voluntária poderão ser doados para eventuais catadores, que poderão coletar estes resíduos. Se o município interessar em comercializar os recicláveis, deverá fazer pesquisas de mercado, procurando saber se há sucateiros na região que comprem o material, ou se já existe algum que busque o material na cidade. Esta pesquisa poderá ser feita por listas de atividades comerciais e industriais ou por contato e observação direta na própria cidade. Há também possibilidade de pesquisa na Internet, como a página www.cempre.org.br, na qual se encontram informações sobre a comercialização de recicláveis.

Deve ser lembrado que os materiais recicláveis coletados seletivamente e prensados têm maior valor comercial, o que pode justificar o incentivo à coleta seletiva.

Uma vez que se observe que na região não existam possíveis compradores dos materiais recicláveis, municípios próximos poderão consorciar-se para a instalação de entrepostos de comercialização, ou mesmo indústrias de reciclagem. Desta forma, pode-se ter geração de renda para o local e a região.

A Prefeitura poderá incentivar a população a fazer a composteira caseira. Nos comércios de alimentos *in natura*, restaurantes e escolas, observa-se uma grande geração de resíduos provenientes de restos alimentares. Estes poderiam ser doados para criadores de animais, granjas etc. que buscariam estes resíduos no local, evitando desta forma a coleta diária. Os resíduos como papel/papelão/plástico poderão ser doados a catadores. Desta forma os RS que iriam para a disposição seriam reduzidos.

Poderão ser criadas políticas de incentivo de separação e entrega voluntária. As pessoas levariam os resíduos separados aos postos de entrega voluntária e receberiam tickets que poderiam ser trocados por descontos em impostos ou outros benefícios.

De acordo com WEB RESOL (2002a), para pequenas comunidades e zonas rurais, devido à disponibilidade de áreas, os materiais orgânicos podem ter a seguinte destinação: compostagem, criação de suínos ou vermicompostagem (minhocultura). O Quadro 3.2 mostra algumas vantagens e desvantagens dos métodos citados.

Quadro 4.2 – Vantagens e Desvantagens de alguns métodos de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos

Descrição	Vantagens	Desvantagens
Compostagem	Fácil implementação a diversas escalas Baixo custo de operação e manutenção	Baixa utilização do composto por desconhecimento de suas vantagens A qualidade do composto pode não ser aceitável Rejeição pela forma de desenvolver a compostagem.
Criação de Suínos	Provê uma fonte de alimento para a população A criação “com técnicas” é uma forma de adequar as práticas informais de criação de suínos	Requer pessoal técnico capacitado Risco à saúde pública Alto investimento inicial Exige monitoramento sanitário permanente Resistência da população em ingerir carne deste suínos
Vermicompostagem (minhocultura)	O húmus é facilmente aceito pelos agricultores Pouco risco de gerar impactos ambientais negativos	Dificuldade para obter as minhocas

Fonte: WEB RESOL (2002 a)

Uma vez que o município não possua coleta regular e pretenda implantar este poderá fazer opções por alternativas mais baratas, como carroças, motocicletas com caçambas, etc.

Em qualquer caso, o gerenciamento dos RS necessita de um responsável pela organização e fiscalização do processo. É recomendável a existência de um “gerente”, que ficaria responsável pelo setor de saneamento e ambiente.

Juntamente com este processo de redução na fonte, o município deverá providenciar um plano de gerenciamento que contemple o tratamento e disposição final adequados. Depois de elaborado, o município deverá enviar este projeto ao órgão estadual responsável pela licença de implantação e operação. Isto se faz necessário, pois, para que o município consiga recursos é pré-requisito que tenha um plano de gerenciamento e que este esteja aprovado.

4.2.2.3 Coleta e transporte dos RSU

A coleta poderá ser a primeira etapa a ser organizada, pois é nela que os principais problemas costumam aparecer. A partir do mapa urbano da cidade, deverão ser localizados os estabelecimentos comerciais ou outros grandes geradores de resíduos, bem como os geradores de RSS.

Posteriormente, deverá ser traçado um roteiro de coleta dos resíduos provenientes das residências, comércio, áreas públicas e de serviços de saúde. Este roteiro poderá ser adaptado a partir do roteiro já existente, pois talvez sejam necessárias somente algumas adequações.

Este roteiro a ser adotado deverá ser acompanhado através de uma planilha que controle o consumo de combustível, troca de peças, quilometragem, etc. e poderá ser mudado sempre que se perceber necessidade ou possibilidade de melhora.

Deverão ser programados os dias de coleta conforme a necessidade. Nos pontos de maior geração de matéria orgânica, como supermercados, restaurantes, escolas deverá ser analisada necessidade de coleta diária. Conforme discutido no item anterior, os restos alimentares poderão ser doados para criadores de animais, granjas etc., que buscariam os mesmos no local, evitando desta forma a coleta diária.

Comprovada as condições para reciclagem dos RSU, deve-se prever uma coleta seletiva, que deverá ter uma organização específica. Normalmente, esta coleta pode contemplar apenas a separação de materiais secos e úmidos. As alternativas mais comuns são a coleta porta-a-porta e os pontos de entrega voluntária.

4.2.2.4 Destinação dos RSD e RCI

Para elaboração de um projeto de destinação dos RSD e RCI é interessante que se conheça a composição dos mesmos, ainda que de forma aproximada. O balanço de massa pode ser importante para uma análise mais detalhada.

Se o município possuir características adequadas para implantação de uma unidade de triagem e compostagem (UTC) este poderá estar adotando o aterramento apenas para os rejeitos, que neste caso é bem mais simples que um aterro sanitário.

Entretanto a destinação para os recicláveis, assim como para os materiais orgânicos, deve já estar determinada. Tem-se percebido que as UTCs já implantadas apresentam alguns problemas. Entre eles, a dificuldade de separar os materiais orgânicos dos recicláveis depois que ambos estão misturados. Portanto, para que a UTC funcione adequadamente e o composto produzido apresente qualidade, é importante que se organize uma coleta seletiva eficaz.

Independentemente da implantação de outras unidades de tratamento (UTC, vermicompostagem, criação de suínos etc.), deverá sempre ser adotado um sistema de aterramento para receber os rejeitos destes processos, ou todos os RSD. Para municípios de pequeno porte, estes aterros poderão ser mais simples, de acordo com as características e recursos locais. No item 2.5 deste trabalho são apresentados alguns destes modelos de disposição simplificados.

Quando se empregam aterros, existe a necessidade de caracterização do solo. Entretanto, para alguns municípios, esta caracterização pode ser dificultada pelo custo ou pela falta de laboratórios e profissionais capacitados. Alguns métodos simplificados podem ser utilizados, para que técnicos do próprio município possam estar caracterizando o solo. Uma das informações mais importantes com relação ao solo é sua permeabilidade, que pode ser deduzida a partir da observação de sua coloração ou de sua textura (proporção de areia, silte e argila). Ou então, pode-se empregar um método simples, como, por exemplo, o ensaio de infiltração proposto na norma brasileiro de tanques sépticos (NBR-7229/93).

4.2.2.5 Redução, Coleta e Destinação dos componentes perigosos presentes nos RSD e RCI

Assim como para os demais tipos de resíduos, as diretrizes para os componentes perigosos presentes nos RSD e RCI devem ser: 1) evitar / reduzir sua geração, 2) promover sua reutilização e reciclagem e, 3) como última alternativa, praticar a disposição ambientalmente adequada.

Com relação à redução da geração, cabe ao poder público implantar um amplo programa educativo, visando orientar e sensibilizar aos cidadãos para engajar-se na

minimização dos resíduos perigosos, bem como estimulá-los a participar das discussões pertinentes aos métodos de disposição final destes resíduos. Além disso, a orientação sobre os riscos relacionados aos resíduos perigosos e a necessidade de um manuseio e disposição adequados devem ser enfatizados.

Como nem tudo pode ser reaproveitado ou reciclado, torna-se necessária a implantação de aterros para resíduos perigosos, para que seja garantida a disposição adequada destes resíduos. Devido aos altos custos envolvidos na manutenção deste tipo de aterro, pode-se tentar viabilizar parcerias com indústrias que também gerem resíduos perigosos, ou um consórcio com prefeituras vizinhas. Esses aterros são planejados de forma a impedir que haja percolação de líquidos para o ambiente.

Em alguns casos pode-se recorrer à incineração dos resíduos perigosos em fornos de cimento ou incineradores industriais. Contudo, é necessário avaliar os impactos deste tipo de disposição, que tem sido questionado pelo seu potencial poluidor (tanto nas emissões atmosféricas, quanto nos resíduos sólidos resultantes – as cinzas).

Porém, para que os sistemas de disposição sejam efetivos, torna-se necessário criar sistemas para a coleta seletiva destes materiais.

Os locais de entrega destes resíduos pela população necessitam de boa ventilação, fácil acesso para os usuários e para carros de emergência, área de escape, sistema de drenagem fechado, entre outros cuidados. O suporte das instituições estaduais de meio ambiente é necessário.

A coleta pode ser feita de várias formas. O sistema mais usado nos EUA é a coleta em dias especiais (uma vez por semestre, ou trimestre). São montadas zonas de recepção, onde os resíduos são caracterizados e recebem o destino apropriado (por exemplo, tintas e vernizes são encaminhados para instituições de caridade, lâmpadas fluorescentes para reciclagem, etc.).

Outra opção é a instalação de locais de recepção portáteis, nos quais a coleta itinerante realizada em diferentes locais da cidade, ou mesmo em diferentes cidades. Dessa forma, obtêm-se um maior alcance e redução dos custos.

Por fim, ainda existem instalações fixas, embora acarretem em custos mais elevados.

- Pilhas e Baterias

Evitar a compra de produtos que utilizem pilhas. Muitos eletrodomésticos não precisam ser movidos a pilhas podem ser usados conectados à rede elétrica. Caso seja necessário o uso de pilhas, o consumidor deve optar, preferencialmente, por modelos que não contenham mercúrio, cádmio ou chumbo. Pilhas de longa duração e modelos recarregáveis significam menos unidades a descartar. Entretanto, deve-se seguir as instruções dos fabricantes, de modo a aumentar a vida útil destas baterias.

Entretanto, mesmo que se trabalhe a redução deste resíduo, ainda haverá uma parcela a ser destinada. Desta forma, o município poderá estar recolhendo este resíduo separadamente e pesquisando empresas recicladoras. Esta pesquisa pode ser feita pelo site www.cempre.com.br entre outros.

Alguns programas de incorporação de pilhas no concreto estão sendo implementados. Em Riviera de São Lourenço-SP pilhas e baterias usadas, estão sendo acondicionadas em blocos de concreto a serem utilizados como guias. Vem sendo desenvolvida uma série de experiências para se chegar a uma solução simples e eficiente (RIVIERA DE SÃO LOURENÇO, 2003).

- Lâmpadas Fluorescentes

Os componentes das lâmpadas podem ser reciclados, para diminuição do problema. A empresa Apliquim Equipamentos e Produtos Químicos Ltda., localizada em Paulínia (SP) oferece o serviço de reciclagem destas lâmpadas, com recuperação do mercúrio. Recomenda-se que as lâmpadas sejam armazenadas em local seco, nas próprias embalagens originais, protegidas contra choques que possa provocar sua ruptura. O custo da descontaminação de cada lâmpada pela empresa é cerca de R\$0,70.

Como se pode perceber, ainda há um alto custo para a destinação adequada das lâmpadas fluorescentes. Desta forma, o pequeno gerador de lâmpadas deve ser incentivado a facilitar o recolhimento de lâmpadas em seu município ou buscar aumentar a vida útil das lâmpadas, aproveitando, quando possível, a iluminação natural e evitando deixar as lâmpadas acesas sem necessidade.

- Tintas, vernizes e solventes.

Desta forma, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos deve contemplar medidas para que o uso destes materiais seja reduzido. Essas medidas poderiam ser:

- Incentivar a população e profissionais a reaproveitar restos de tintas, através de conscientização e cursos. Por exemplo, as tintas à base de óleo, caso sobre uma pequena quantidade, esta pode ser usada para pintar pequenos móveis, cartazes etc. Para quantidades maiores, pode-se optar pelo armazenamento (chegam a durar até quinze anos) ou a doação para entidades assistenciais.

- Para os solventes, ao término da limpeza dos materiais, deve-se deixar o material repousando. Dessa forma, os pigmentos decantam e parte do solvente pode novamente ser usada.

- Pesticidas e fertilizantes

Para estes produtos também não há legislação que regule seu uso no ambiente doméstico. Desta forma cabe ao programa de gerenciamento de resíduos do município conscientizar a população para o uso racional. São algumas alternativas:

-Para pragas de plantas utilizar fumo de rolo e água para eliminar pulgões e enxofre para fungos.

-Eliminar as ervas daninhas antes que dêem sementes também pode ajudar a evitar o uso de herbicidas.

-Manter boas condições de higiene, ajuda a prevenir baratas e outros insetos; como remediação, neste caso, pode-se usar ácido bórico.

-Adubos orgânicos, quando necessária, pode ser um dos caminhos para minimizar o uso de fertilizantes químicos. A compostagem, técnica que transforma resíduos orgânicos (aqueles presentes no lixo doméstico, por exemplo) em um composto (húmus) pode ser realizada nos quintais das residências.

- Outros resíduos perigosos presentes nos RSD

Para minimizar os efeitos negativos destes resíduos:

- Para os produtos de limpeza, a população deverá estar sendo orientada a utilizar de forma racional;

- A população deverá estar sendo incentivada a doar remédios não mais utilizados a instituições, ou mesmo postos de saúde, antes de seu vencimento;

- As agulhas devem ser dispostas com suas capas protetoras ou acumuladas em recipientes rígidos (garrafas de água mineral, ou álcool, por exemplo);

- Incentivar o uso de fraldas de pano;

- Num processo de coleta seletiva, a população deverá colocar em recipiente separado os resíduos contaminantes.

4.2.2.6 Coleta e Destinação dos RCD

A coleta de RCD (Resíduos de Construção e Demolição) em municípios de pequeno porte acabam sendo responsabilidade da prefeitura, uma vez que normalmente não há empresas privadas que disponibilizem caçambas. Desta forma, o município poderia cobrar por este serviço e criar punições para construtores que descartassem os RCD em locais inadequados.

Os RCD poderão ser acumulados em área distinta dos RSD e poderão ser utilizados em recomposição de estradas rurais, aterros de obras civis, contenção e recomposição de erosões. Neste último caso, entretanto, o uso dos RCD pode ser contra-indicado, a menos que se resolva simultaneamente a questão do escoamento das águas superficiais, de forma que não haja o carreamento daquele material. O ideal é que os RCD tenham sua granulometria homogeneizada, por meio de trituração ou moagem. Porém, no caso de pequenos municípios, o custo de equipamentos específicos não justifica sua aquisição, podendo-se lançar mão de equipamentos já disponíveis (britadeiras, máquinas de esteira para espalhamento no solo).

4.2.2.7 Coleta e Destinação dos RSV (Resíduos Sólidos Volumosos)

Os RSV, que normalmente são compostos materiais que ocupam um certo volume, poderão ser coletados em um dia pré-determinado (por exemplo a cada seis meses) evitando-se que a população os abandone em espaços inadequados. Para móveis

e eletrodomésticos, poderá ser criada uma oficina de reciclagem e recuperação. Esta oficina teria a função de recuperar os que estiverem em condições de uso e separar os materiais inutilizados, por categoria, para venda como reciclável.

Os pneus, que também podem ser coletados com os demais RSV, deverão ser acumulados em áreas cobertas para que posteriormente sejam encaminhados a um destino adequado. Tendo em vista a legislação brasileira, as empresas responsáveis por sua fabricação deverão assumir esta responsabilidade. Outra opção pode ser a de utilizá-los em contenção de encostas ou erosões, ou mesmo em eventuais taludes do aterro de RSD.

4.2.2.8 Coleta e Destinação dos RSP (Resíduos Sólidos Públicos)

Os RSP normalmente originados de varrição, podas, capinas e limpezas do sistema de drenagem, poderão ter sua destinação associada aos RSD. No caso de resíduos vegetais (folhas, galhos, corte de grama), podem ser coletados separadamente para que se faça sua compostagem, em condições mais favoráveis que a matéria orgânica dos demais resíduos, pois geralmente não há produção de odores, ou simplesmente sua deposição em locais que precisam de recomposição vegetal. Se apresentarem grande quantidade de madeira, esta poderá ser reaproveitada (como lenha), inclusive sendo doada a pessoas interessadas.

4.2.2.9 Gestão dos RSS (Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde)

De acordo com ANVISA (2003) os resíduos potencialmente infectantes estão classificados no Grupo A. Este se divide em 5 subgrupos A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7.

Os RSS do grupo A1 que são basicamente provenientes de laboratórios industriais, de genética e pesquisa não devem deixar a unidade sem tratamento prévio. Entretanto em Municípios de pequeno porte é difícil ocorrer este tipo de resíduo, e se houver ocorrência o gerenciamento deste deve ficar a cargo do gerador.

No caso dos subgrupos A2, A3, A4, A6, que são compostos por peças anatômicas humanas e animais, materiais contaminados por sangue, etc. devem ser acondicionados de acordo com a Resolução RDC nº33 (ANVISA, 2003) e poderão ser

destinados em sistemas similares aos citados no item 2.55 deste trabalho. Os resíduos A1 e A5 não poderão ir diretamente para o aterro uma vez que podem trazer maiores riscos de epidemias e contaminações. No caso de hospitais menores deverá ser levantado a possibilidade obtenção destes equipamentos de tratamento uma vez que é difícil, que doenças mais graves, sejam tratadas ou até diagnosticadas nestes estabelecimentos.

Os RSS do Grupo B deverão também ser manipulados de acordo com a legislação citada, deverão ser separados pelos geradores de acordo com os subgrupos, e seguida as normas para disposição. Alguns resíduos deste grupo podem ser dispostos em sistemas apresentados no item 2.55, mas se houver geração de resíduos deste grupo que devam ir para aterro industrial ou ter tratamento específico, os geradores serão responsáveis por esta destinação.

Nos municípios de pequeno porte não é comum a geração de RSS do Grupo C (radioativos), pois normalmente nestes, os estabelecimentos de saúde são menores e não prestam serviços que exijam materiais deste grupo. Se houver no município estabelecimentos que gerem estes RSS a gestão deverá estar de acordo com Resolução RDC nº33 (ANVISA, 2003) e ficar a cargo do gerador.

No grupo RSS classe D estão englobados resíduos com as características dos RSD e que podem ser coletados juntamente com estes. Para estes resíduos as instituições do setor de saúde devem estabelecer normas para coletar materiais potencialmente recicláveis, sem riscos para os responsáveis pela sua manipulação. Os recipientes e locais de armazenamento devem estar claramente sinalizados.

Os materiais presentes nos RSS que podem ser reciclados são plásticos, vidros e papéis. Alguns tipos de plásticos não podem ser reciclados, devendo-se evitar a compra de insumos destes materiais. Os resíduos vendidos para reciclagem podem ser convertidos em recursos para o próprio sistema de gestão.

Alguns objetos como tubos, luvas, sondas, etc. podem ser reutilizados posteriormente, mediante uma esterilização adequada, sempre que se estabeleçam níveis de segurança para paciente e profissionais (CEPIS, 2003).

Os restos alimentares podem ser encaminhados para uma compostagem, seja no próprio local de geração (caso haja espaço suficiente) ou junto aos demais RSD.

As placas radiográficas possuem nitrato de prata, portanto deve ser pesquisada a conveniência em reciclar as radiografias descartadas. Provavelmente, a quantidade será pequena, necessitando um acúmulo de longo prazo, ou o envio para uma central de caráter regional.

Os RSS do Grupo E que são os perfurocortantes deverão ser acondicionados, identificados de acordo com a Resolução RDC nº33 (ANVISA, 2003) e poderão ser destinados conforme mostrado no item 2.55 deste trabalho.

4.2.2.10 Programa de educação ambiental

Para qualquer modelo de GRSU adotado, é muito importante a criação de um programa de educação ambiental que trabalhe os problemas ambientais como um todo. Este programa de educação ambiental deve estar embasado no conceito de redução na fonte. As pessoas deverão começar a se conscientizar de que podem minimizar alguns resíduos.

Através da educação ambiental, a população deverá começar a aprender alguns procedimentos diários de redução como:

- Aproveitar as duas faces das folhas de papel, tanto na escrita, quanto para impressão e fotocópias;
- Fazer apenas o número necessário de fotocópias;
- Utilizar coadores, guardanapos e toalhas de pano;
- Revisar textos na tela do computador antes de imprimi-los;
- Usar envelopes só quando necessário;
- Recusar folhetos de propaganda que não forem de seu interesse;
- Fazer assinatura comunitária de jornais e revistas;
- Comprar a granel hortifrutigranjeiros, grãos e produtos de limpeza, nas feiras e sacolões, por exemplo;

- Substituir descartáveis como fraldas, copos, talheres, canudos e isqueiros por similares duráveis;
- Aproveitar talos e folhas de verduras, cascas de frutas, etc.;
- Diminuir o desperdício de alimentos;
- Evitar embalagens supérfluas, sofisticadas ou de difícil (isopor, caixas tipo longa vida, etc.) ou nenhuma (celofane, papel aluminizado, etc.) reciclagem no Brasil.
- Usar produtos concentrados que irão gerar menos embalagens;
- Reaproveitar de óleos de frituras e gorduras para confecção de sabão artesanal;
- Utilizar restos de material orgânico para compostagem.

Entretanto, em alguns casos, como não é possível evitar a geração de resíduos, deve-se pensar na reutilização. São alguns exemplos desta prática:

- Reaproveitamento de envelopes, cartolinas e folhas de papel com verso livre para rascunho ou para imprimir documentos a serem enviados por fax, sacolas e papéis de embrulho;
- Reutilização de frascos e potes;
- Reaproveitamento de sobras de materiais de construção, como tintas e vernizes.
- Conserto de utensílios e aparelhos (em sapateiros, costureiros, restauradores, etc.) ou transformação em outros e doação ou troca de tudo, em sebos, brechós, etc. antes do descarte.

Aliada a estas práticas, a população deverá ser treinada para separar os resíduos recicláveis aprendendo a reconhecer os materiais recicláveis como papéis, plásticos, vidros e metais e separá-los de forma que permaneçam limpos (livres de resíduos orgânicos, restos de comida).

Caso não haja um programa de coleta seletiva porta a porta, a população poderá começar a ser treinada para levar os recicláveis até os LEVs ou doá-los a catadores.

Portanto, para este processo de conscientização da população poderá ser feito inicialmente através de uma capacitação de todo pessoal envolvido no sistema de limpeza urbana e também dos agentes de saúde, por um profissional da área específica.

As escolas são um importante meio de conscientização da população, portanto é importante que se capacite professores da rede pública e particular através da

contratação de equipe multidisciplinar de educação ambiental, caso não seja possível selecionar um único profissional para ser treinado e repassar o treinamento.

A partir deste treinamento a estes profissionais, estes estarão participando do processo de conscientização da população. Esta conscientização poderá ser feita através meios de comunicação de massa, criação de cursos de reciclagem e recuperação de materiais, reuniões com associações e líderes religiosos.

5 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE ELABORAÇÃO DE PGRSU PARA O MUNICÍPIO DE ITAMOGI

5.1 Caracterização do Município de Itamogi

Para este trabalho, realizou-se o levantamento das características do município de Itamogi, o que possibilitou verificar qual a realidade de um município de pequeno porte e qual a maneira mais prática de elaborar um PGRSU para o mesmo.

5.1.1 Histórico do Município

Quando Minas Gerais começou a incentivar a lavoura cafeeira, a zona do Sudoeste Mineiro foi a primeira a receber a imigração, não só de colonos estrangeiros, mas de todos os lados do país. O município iniciou-se com a abertura de uma brecha na floresta onde implantaram as primeiras construções e, em seguida, iniciaram a exploração da lavoura de café e cereais.

Em 1872, foi construído o patrimônio da localidade com cerca de 50 alqueires, e construída uma capela que teve como padroeiro São João Batista.

Em 1882, ocasião em que graças aos esforços dos habitantes, que já contavam com alguma influência do Governo da Província, o lugarejo foi elevado a categoria de freguesia, por ato de 22 de junho, cujas solenidades se efetuaram a 23 de setembro daquele mesmo ano. Com a criação do distrito, passou este a chamar-se Freguesia de Posses, incorporando-se ao município São Sebastião do Paraíso-MG, permanecendo

nestas condições até 1911. A partir desta data passou a soberania de Monte Santo de Minas-MG.

Por esta época, o distrito já era relativamente populoso e contava até com bairros de influência, e os habitantes, sempre interessados no caminhar da terra, conceberam a esperança viva de verem o distrito desembaraçado de qualquer jugo.

Fazendeiros, comerciantes, enfim todos os que gozavam de algum prestígio eleitoral, uniram-se para tentarem a emancipação administrativa do distrito. A luta que então se travou, teve o seu término em 1924, com a elevação da então São João Batista de Posses à categoria de vila com o nome de Arary.

O nome de Arary permaneceu até a data de 31/12/1943, quando a cidade passou a chamar-se Itamogi, sem prévio conhecimento da população. O topônimo de Itamogi: Rio das Pedras origina-se de um córrego que banha a cidade e é denominado Ribeirão das Pedras.

5.1.2 Situação Geográfica

O município de Itamogi está situado no sul de Minas Gerais, conforme mapa da Figura 4.1. Possui uma área de 237,1 Km², com posição marcada pelas coordenadas de 47° 03' 15" longitude W e 21° 04' 30" latitude S (PORTAL MINAS, 2002).

Os limites do município são:

NORTE: São Sebastião do Paraíso;

LESTE: São Sebastião do Paraíso e Monte Santo de Minas;

SUL: Monte Santo de Minas e Santo Antônio da Alegria (SP);

OESTE: Santo Antônio da Alegria (SP).

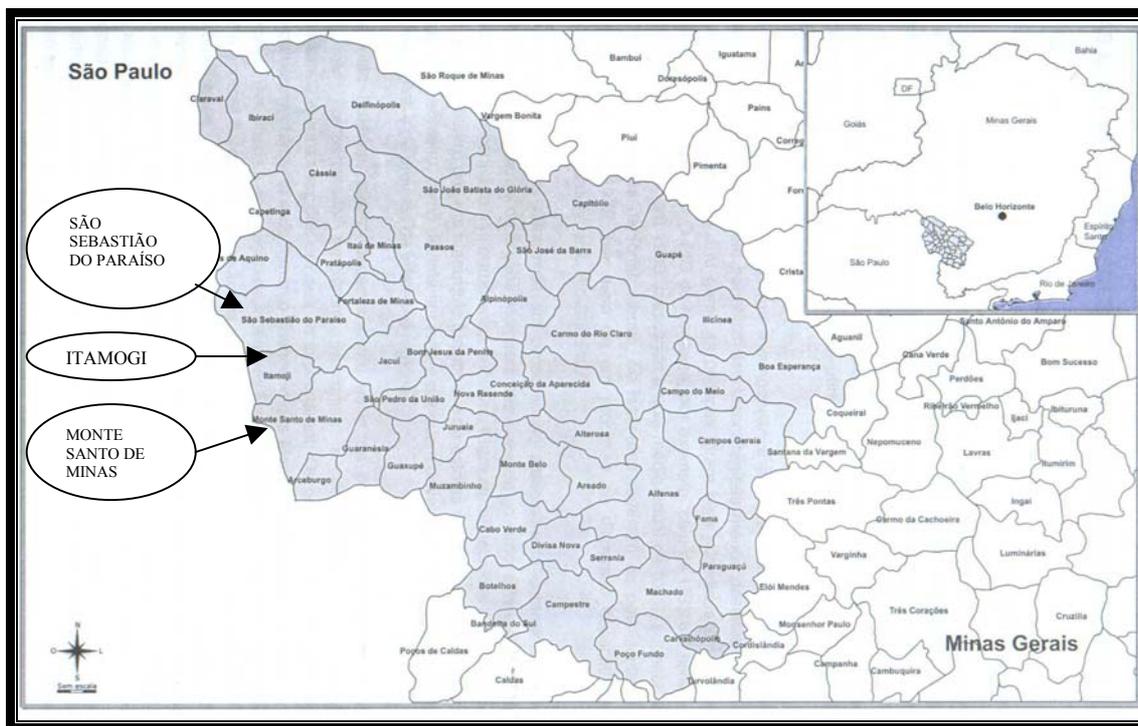


Figura 5.1 - Mapa de localização do município de Itamogi no estado de Minas Gerais.

5.1.3 *Clima, Altitude e Relevo*

O município tem uma temperatura média anual de 21,3° C, sendo a máxima anual 26° C e a mínima 15,6° C. O clima da região é tropical chuvoso, com inverno seco. O índice pluviométrico anual é 2900mm. (PORTAL MINAS, 2002)

A altitude máxima é de 1214 m na Serra do Barreiro e altitude mínima é de 870 m no Córrego da Angola. O ponto central da cidade tem 1017m de altitude. (PORTAL MINAS, 2002)

O relevo da região constitui-se em 70% plano, 25% ondulado, 5% montanhoso. Os principais rios são Tomba Perna e Pinheirinho e fazem parte da bacia do Rio Grande. (PORTAL MINAS, 2002)

5.1.4 *Economia*

O município possui como principal base econômica a agricultura, tendo como principal atividade produtiva a cultura do café, conforme Quadro 4.1. Segundo o IBGE

(LEMOS, 2002) o município é responsável por 1,15% da produção de café no estado de Minas Gerais. O município também tem participação na sua economia de atividades agropastoris conforme o Quadro 4.2.

Quadro5.1 - Principais Produtos Agrícolas do Município de Itamogi em 2001

Produto	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (kg/ha)
Arroz em casca sequeiro	100	80	800,00
Banana (2)	23	17	739,13
Cana-de-açúcar	90	5.200	57.777,78
Café	6.500	17.550	2.700,00
Feijão (1a.safra)	300	216	720,00
Feijão (2a.safra)	50	25	500,00
Laranja (1)	9	540	60.000,00
Mandioca	2	30	15.000,00
Milho	800	2.800	3.500,00

(1)Produção em mil frutos e rendimento em frutos/há (2) Produção em mil cachos e rendimento em cachos/ha

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) in PORTAL MINAS, 2002.

Quadro 5.2 – Pecuária: Principais Efetivos (1999)

ESPECIFICAÇÃO

No. DE CABEÇAS

ASININOS

4

BOVINOS

13.860

BUBALINOS

23

CAPRINOS

25

COELHOS

100
EQUINOS
600
GALINACEOS
144.640
MUARES
140
OVINOS
265
SUINOS
1.656

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) in PORTAL MINAS, 2002.

O Quadro 4.3 apresenta o número e tipo de comércios, instituições e prestações de serviços existentes.

Quadro 5.3 - Número de Comércios, Instituições e Prestações de serviços

CLASSIFICAÇÃO	NÚMERO	CLASSIFICAÇÃO	NÚMERO
Borracharia	2	Locadora	2
Azilo	1	Auto posto	2
Supermercado	12	Padarias	6
Loja	38	Serviços Gráficos	1
Sorveteria	8	Cartórios	4
Artefatos de Cimento	4	Contabilidade/Escritório	6
Cafeeira	8	Torrefação de Café	3
Beneficiamento de arroz	4	Marcenaria	7
Materiais de Construção	4	Comércio de Gás (GLP)	9
Açougue	5	Indústria de Confecções	1
Serralheira	6	Instituições Financeiras	2
Bar	67	Comércio de fertilizantes	2

A Tabela 4.1 que mostra que a arrecadação municipal ao longo dos últimos 4 anos dobrou, podendo concluir-se que neste período houve um desenvolvimento das atividades econômicas.

Tabela 5.1 - Arrecadação Municipal 1998-2001 (Reais Correntes)

ANOS
ICMS
OUTROS
TOTAL
1998
170.093
333.527
503.620
1999
231.542
451.573
683.115
2000
288.708
440.776
729.484
2001
517.512
511.773
1.029.285

Fonte: Secretaria de Estado da Fazenda in PORTAL MINAS, 2002.

5.1.5 Demografia

Itamogi possui uma população de 10715 habitantes (IBGE, 2000). A Tabela 4.2 abaixo permite concluir que houve uma taxa de aproximadamente 1,67 % de crescimento populacional.

Tabela 5.2 - População Residente 1970, 1980, 1991, 2000, 2001

ANOS
URBANA
RURAL

TOTAL
1970
2.853
4.473
7.326
1980
4.434
4.572
9.006
1991
5.535
3.728
9.263
2000
7.412
3.303
10.715
2001(1)
10.893
(1) Dados preliminares

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) in PORTAL MINAS, 2002

Como já mencionado o município possui base econômica a agricultura explicando desta forma maior número de pessoas ocupadas no setor agropecuário conforme mostra a Quadro 4.4.

Quadro 5.4 - População Ocupada por Setores Econômicos (1991)

SETORES

No. DE PESSOAS

Agropecuário, extração vegetal e pesca

2.591

Industrial (1)	278
Comércio de Mercadorias	244
Transporte e Comunicação	111
Outros Serviços (2)	711
TOTAL	3.935

(1)Inclui indústria de transformação, construção e outras atividades industriais

(2)Inclui prestação de serviços, social, administração pública, serviços auxiliares de atividades econômicas e outras atividades

Fonte: Fundação Instituto de Geografia e Estatística – IBGE in PORTAL MINAS, 2002.

5.1.6 *Indicadores de Qualidade de Vida*

A Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no intuito de desvincular a idéia de bem estar da população de fatores puramente econômicos. Para tanto o IDH foi desenvolvido contemplando tanto variáveis econômicas como sociais. Desta forma o bem estar deixa de ser apenas desenvolvimento econômico para se constituir em desenvolvimento humano.

Entretanto de acordo LEMOS et al. (2002) existe outra derivação do IDH que é o Índice de Condições de Vida (ICV). Este foi desenvolvido visando maior riqueza de informações sobre o bem estar da população dos municípios. Algumas variáveis foram substituídas e introduzidas no IDH de maneira que ICV fosse mais recomendado para áreas geográficas menores tais como os municípios.

A partir da Tabela 4.3 pode se notar que o ICV do município de Itamogi já superou a média nacional em 1970, em 1980 caiu em relação a média nacional, entretanto em 1991, o ICV do município ficou muito próximo da média brasileira.

Tabela 5.3 - ICV - Itamogi, Sudoeste Mineiro, Minas Gerais e Brasil

	Itamogi	Sudoeste Mineiro	Minas Gerais	Brasil
1970	0,549	0,510	0,526	0,526
1980	0,644	0,637	0,673	0,655
1991	0,721	0,722	0,734	0,723

LEMOS, 2002. Fonte: Fundação João Pinheiro in Sudoeste Mineiro: Desafios e Potencialidades p. 23,24.

- Abastecimento de água e Esgotamento Sanitário

O serviço de abastecimento de água da cidade é executado pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais).

A extensão da rede municipal é de 42.308 m cobrindo o perímetro urbano em sua totalidade. O sistema possui 2512 ligações.

O sistema conta com dois pontos de captação. Um dos pontos está localizado no Ribeirão Tomba Perna, que possui uma estação elevatória com uma bomba de 75 cv, captando cerca de 23 l/s. O outro ponto se localiza no Ribeirão Perobas e a água chega até a estação de tratamento por gravidade, numa vazão de 4 l/s.

A estação de tratamento de água está localizada na Praça São Sebastião. O método utilizado para tratamento é do tipo convencional com floculação, decantação e filtros rápidos de areia.

A taxa cobrada para ligação de água é de R\$ 87,53. O metro cúbico de água custa para ligação residencial R\$ 0,73 e para a ligação comercial R\$ 1,48.

O sistema de esgotamento sanitário é operado pela prefeitura. Até o início do ano de 2002 o esgoto era lançado no Ribeirão das Pedras. Entretanto, com financiamento realizado pela Caixa Econômica Federal, iniciaram-se as obras para interceptar o esgoto. O interceptor está sendo construído junto ao leito do Ribeirão das Pedras e termina no local onde está prevista a estação de tratamento.

- Drenagem

A drenagem urbana está dividida em macrodrenagem (galerias, calhas de fundo de vales, nascentes) e microdrenagem (ruas, sarjetas, bocas de lobo e pequenas galerias).

A macrodrenagem da área urbana possui algumas nascentes que deságuam nos córregos que cortam o perímetro urbano (Ribeirão das Pedras e Córrego do Sapo). Em parte da extensão do Ribeirão das Pedras foi executada calha de concreto.

A microdrenagem constitui-se basicamente pelas bocas de lobo e pequenas galerias que se dirigem também ao Ribeirão das Pedras. As bocas de lobo são limpas de 4 a 5 vezes por ano, e em alguns casos com maior frequência dependendo da necessidade.

A cidade não apresenta problemas sérios de inundações, porém alguns eventos de acúmulo de águas pluviais já começam a ocorrer em determinados bairros que não têm sistema de drenagem adequado.

- Sistema Viário, Transporte e Pavimentação

A área urbana possui pavimentação em todos os bairros. Somente nas vias que pertencem a novos loteamentos é que ainda não há pavimentação. O tipo mais utilizado é o pavimento asfáltico, vindo a seguir os pavimentos com elementos intertravados e paralelepípedos.

Embora a área urbana não tenha sido planejada, possui ruas largas e bem traçadas, que são adequadas para o tráfego na cidade. O município não conta com nenhum sistema de transporte coletivo.

Os veículos particulares de transporte e serviço são: 1817 automóveis, 51 caminhões, 51 motos e 12 ônibus.

- Energia Elétrica

O Quadro 4.5 mostra a evolução do consumo de energia elétrica ao longo de 5 anos, com um aumento do número de consumidores, sendo que praticamente toda a população urbana é servida por este sistema. A empresa concessionária é a Cia. Luz e Força de Mococa.

Da mesma forma, quase toda a cidade é servida por rede de iluminação pública.

Quadro 5.5 - Consumo Energia Elétrica 1997-2001

CLASSE

1997

1998

1999

2000

2001

Industrial consumo (KWh) n° consumidores

202

31

294000

31

274452

30

221638

26

170512

25

Comercial consumo (KWh) n° consumidores

578

160

646000

155

725476

172

920421

176

800685

182

Residencial consumo (KWh) n° consumidores

2895

1965

3419000

2043

3457856
2084

3509785
2145

2916890
2243

Rural
consumo (KWh)
n° consumidores

2277
418

2989000
434

2676757
470

3117166
502

2363424
517

Outros
consumo (KWh)
n° consumidores

1145
33

1300000
37

1337734
37

1415785
37

1182577
43

Total
consumo (KWh)
n° consumidores

7097
2607

8648000
2700

8472275
2793

9184795
28867434088
3010

Fonte: Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG in PORTAL MINAS (2002)

- Educação

O município de Itamogi possui uma população estudantil de aproximadamente 2200 pessoas, distribuídas nos diferentes graus de escolaridade conforme mostra o Quadro 4.6.

A prefeitura municipal é responsável pelo ensino do pré-escolar à 4ª série. As escolas em funcionamento estão localizadas no perímetro urbano, desta forma a prefeitura também é responsável pelo transporte dos alunos de pré-escolar ao segundo grau residentes na zona rural até a área urbana.

Dois ônibus ficam à disposição para transportar alunos interessados em cursar o terceiro grau, supletivo e cursos técnicos nos municípios vizinhos: São Sebastião do Paraíso (MG) e Guaxupé (MG).

Quadro 5.6 - Número de instituições de ensino

CLASSIFICAÇÃO	Nº DE ESCOLAS	Nº DE ALUNOS PRÉ- ESCOLA	Nº DE ALUNOS 1º GRAU	Nº DE ALUNOS 2º GRAU	TOTAL ALUNOS
Municipais	3	203	823	-	1023
Estaduais	2	-	740	379	1119
Particulares	1	11	63	-	74
Total Escolas	6	153	1452	379	2216

Duas creches atendem aproximadamente 230 crianças em período integral como mostra a Quadro 4.7. A prefeitura é responsável pela manutenção das creches e pelo transporte das crianças às creches.

Quadro 5.7 - Número de Creches

CLASSIFICAÇÃO	Nº DE CRECHES	Nº DE CRIANÇAS
Creches	2	230

- Saúde

O município está integrado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Atualmente com o Programa de Saúde Familiar (PSF) melhoraram as ações de saúde preventiva.

O município conta com 20 agentes de saúde, os quais durante as visitas domiciliares trabalham no controle de hipertensão e diabetes. Agendam ainda, consultas médicas e observam questões de saneamento básico.

O controle de saneamento também é realizado por 4 agentes da FUNASA que trabalham no combate à dengue, verificação de disposição inadequada de resíduos sólidos nos terrenos e criadores de animais no perímetro urbano.

Caso seja verificada alguma irregularidade, esta é comunicada à vigilância epidemiológica e, posteriormente, à vigilância sanitária municipal. Caso não seja solucionado o problema, a questão é repassada para a vigilância sanitária de Passos-MG (município que coordena a região).

O município conta com atendimento ambulatorial nos 5 postos e no hospital. O corpo clínico conta com clínicos gerais, ginecologistas, cardiologista, ortopedista. O número e tipo de unidades de serviços de saúde são mostrados no Quadro 4.8.

Quadro 5.8 - Número de unidades de serviços de saúde

TIPO	QUANTIDADE
Hospital	1
Consultórios odontológicos particulares	5
Consultórios odontológicos municipais	2
Drogarias	5
Postos de saúde	5

A saúde oral do município conta com a aplicação de flúor, doação de escovas em todas as escolas de 1º grau atendendo aproximadamente 1400 alunos. Os postos de saúde contam com dois consultórios dentários e três dentistas que realizam aproximadamente 500 atendimentos mensais.

A vacinação no município tem alcançado índices de até 100% em 2002. As vacinas aplicadas foram Rubéola, Febre Amarela, Poliomielite, Influenza.

Para as gestantes existe um acompanhamento através de um cadastramento e orientações para o parto, pós-parto e planejamento familiar.

As Tabelas 4.4 e 4.5 mostram o número de nascimentos, mortalidade de recém-nascidos e número de óbitos.

Tabela 5.4 - Mortalidade Infantil do Município de Itamogi

Ano	Nº de nascidos	Nº de óbitos de recém-nascidos
1998	-	1
1999	57	2
2000	49	4
2001	52	5

Tabela 5.5 - Mortalidade Total do Município de Itamogi

Ano	Nº de óbitos
1999	24
2000	10
2001	17

5.2 Caracterização do Sistema de Resíduos Sólidos

5.2.1 Estrutura administrativa

Foi elaborado um organograma, apresentado na Figura 4.2, para situar o serviço de limpeza pública da cidade de Itamogi na estrutura administrativa municipal. Vinculado ao Gabinete do Prefeito, tem-se o Departamento de Viação e Serviços, este, por sua vez, divide-se em Setor de Estradas/Transportes e Setor de Obras e Serviços Urbanos.

O Setor de Estradas e Transporte, que conta com um encarregado, é responsável pela administração do serviço de coleta e disposição de resíduos urbanos, incluindo os resíduos domiciliares, comerciais e de saúde.

O Setor de Obras e Serviços, também a cargo de um encarregado, é responsável pela administração do serviço limpeza urbana. A varrição, que é realizada apenas nas praças e principais ruas da cidade, opera com 5 funcionários diariamente, inclusive sábados e domingos. Vale lembrar que estes funcionários possuem faixa etária acima dos 50 anos de idade.

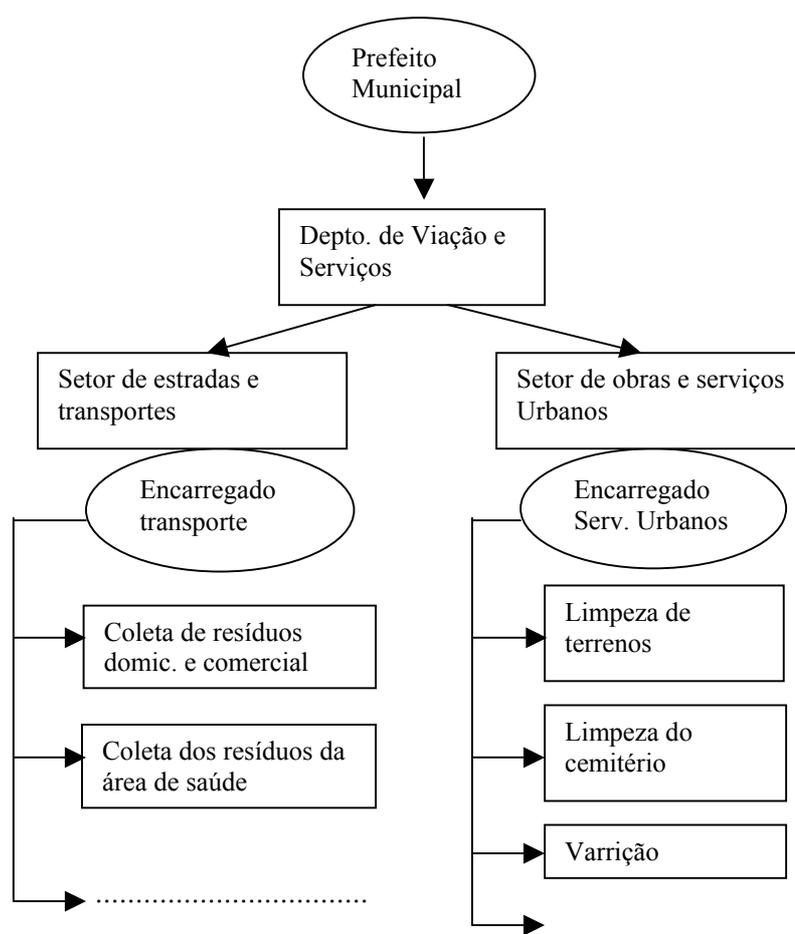


Figura 5.2 – Organograma relacionado com o serviço de limpeza pública em Itamogi

O cemitério possui uma única pessoa que é responsável por toda manutenção inclusive varrição. Quanto à limpeza de terrenos baldios, o município conta com legislação que responsabiliza proprietários pela limpeza de terreno, entretanto esta não costuma ser aplicada, ficando assim a cargo da prefeitura a limpeza dos terrenos.

5.2.2 *Legislação Municipal*

O Código de Postura do Município de Itamogi Lei n.º 615/95 regulamenta algumas medidas que devem ser tomadas no que diz respeito a higiene e gerenciamento dos resíduos sólidos. Entretanto não há uma fiscalização, e estas disposições nem sempre são aplicadas.

Os artigos da referida Lei relacionados com os resíduos sólidos são os seguintes:

“Art. 5 - A polícia sanitária do Município tem por finalidade prevenir, corrigir e reprimir os atos que comprometam a saúde pública.

Art. 6 - Compete à Prefeitura zelar pela higiene pública, visando a melhoria do ambiente, a saúde e o bem estar social, favorável ao seu desenvolvimento social e ao aumento da expectativa de vida da população.

Art. 7 - A fiscalização abrangerá especialmente a higiene e a limpeza das vias públicas, das habitações particulares e coletivas, da alimentação, incluindo todos os estabelecimentos onde se fabriquem ou vendam bebidas e produtos alimentícios e dos estábulos, cachoeiras e pocilgas, bem como o controle de poluição ambiental e limpeza de terrenos.

(...)

Art. 9 - O serviço de Limpeza, incluindo capinação e varredura das ruas, logradouros e praças públicas será efetuado diretamente pela prefeitura ou concessionária.

Art. 10 - Os habitantes do município são responsáveis pela limpeza de passeios e sarjetas fronteiriças à sua residência.

(...)

§ 2.º É terminantemente proibido, em qualquer caso, varrer lixo ou detritos sólidos de qualquer natureza, para os ralos e galerias pluviais dos logradouros públicos.

Art. 11 - Não será permitido fazer varredura do interior dos prédios, dos terrenos, dos lotes vagos e dos veículos para as vias públicas, como também, despejar ou atirar papéis, anúncios, propagandas, ou reclamos, ou quaisquer detritos sobre o leito dos logradouros públicos.

(...)

Art. 14 - Para não impedir a queda de detritos ou materiais sobre o leito dos logradouros públicos, os veículos empregados em seu transporte deverão ser dotados de lonas e carrocerias fechadas, que protejam a respectiva carga.

(...)

Art. 15- Não é permitido, senão à distância de 800 (oitocentos) metros das ruas, vias e logradouros públicos, a instalação de estrumeiras, ou depósitos de grande quantidade de estrume animal, não beneficiados.

Art. 16 - Para preservar de maneira geral a higiene pública fica expressamente proibido:

(...)

V- aterrar vias públicas com lixo, materiais velhos ou quaisquer detritos sem acompanhamento de técnicos da Prefeitura.

(...)

Art. 18 - Os proprietários ou inquilinos são obrigados a conservar em perfeito estado de asseio os seus quintais(...)

ξ Único – Não é permitido conservar os terrenos vagos cobertos de mato, pantanosos ou servindo de depósito de lixo, dentro dos limites da cidade, vilas, bairros ou povoados.

(...)

Art. 20 - O lixo das habitações será recolhido em vasilhas apropriadas, e tanto possível acondicionadas em sacos plásticos descartáveis, devendo ser depositados junto aos portões das residências, para ser removido pelo serviço de limpeza pública municipal, em dias previamente designados para a coleta.

ξ Único – Não serão considerados como lixo os resíduos de fábricas e oficinas, os restos e entulhos de materiais de construção, os detritos provenientes de demolições, as matérias excrementícias e restos de forragem das cocheiras e estábulos, as palhas e outros resíduos de casas comerciais, bem como terra, folhas e galhos de jardins e quintais particulares, os quais serão removidos pelos próprios ocupantes das respectivas edificações.

Art. 21 - Não serão considerados como lixo corpos de animais mortos, devendo estes serem sepultados pelos seus responsáveis em covas adequadas, ou recolhidos pela Prefeitura, mediante solicitação de interessados.

Art. 22 - Os proprietários de prédios de apartamentos ou de habitação coletiva deverão manter, em lugar acessível ao serviço de limpeza pública, recipiente onde deverão ser colocados todas as vasilhas ou sacos plásticos, contendo o lixo dos apartamentos, com a observância das normas aplicadas às casas de habitações comuns, de modo a facilitar o seu recolhimento.

Art. 24 – As chaminés de qualquer espécie de fogões de casas particulares situadas na cidade, nas vilas, bairros ou povoados deverão

*ter altura suficiente para que a fumaça, a fuligem ou outros resíduos que possam ser expelidos, não incomodem os vizinhos.
(...).”*

Não existe nenhuma outra lei municipal referente à questão dos resíduos sólidos ou de limpeza pública.

5.2.3 Sistema de Acondicionamento e Coleta

A Coleta dos resíduos domiciliares e comerciais conta com um caminhão compactador de capacidade de 6m³ e taxa de compactação de 4:1, conforme mostra a Figura 4.3. Nas ocasiões em que há necessidade de manutenção, este caminhão é substituído por um caminhão com caçamba basculante o que dificulta a coleta por ser inadequado.



Figura 5.3 – Foto do caminhão coleta domiciliar. (março de 2002)

Este serviço utiliza-se de quatro funcionários, um motorista e três coletores. Para efeito de coleta a cidade é dividida em 2 setores. O setor 01 cobre os bairros Estação, Lagoa Azul, Centro Matadouro, Jardim da Amizade, Vila Nova e ocorre normalmente na segunda, quarta e sexta-feira. O setor 02 cobre os bairros Jardim União I e II, Jardim Nossa Senhora Aparecida, Alto da Bela Vista, Cerrado e Liberdade ocorrem as terças, quintas-feiras e sábados.

Todos os dias da semana o resíduo domiciliar é coletado nos bairros Vale do Sol, Cohab, nas principais avenidas comerciais, escolas e creches. (exceto sábado, para escolas e estes bairros citados). Conforme mostra Figura 4.4.

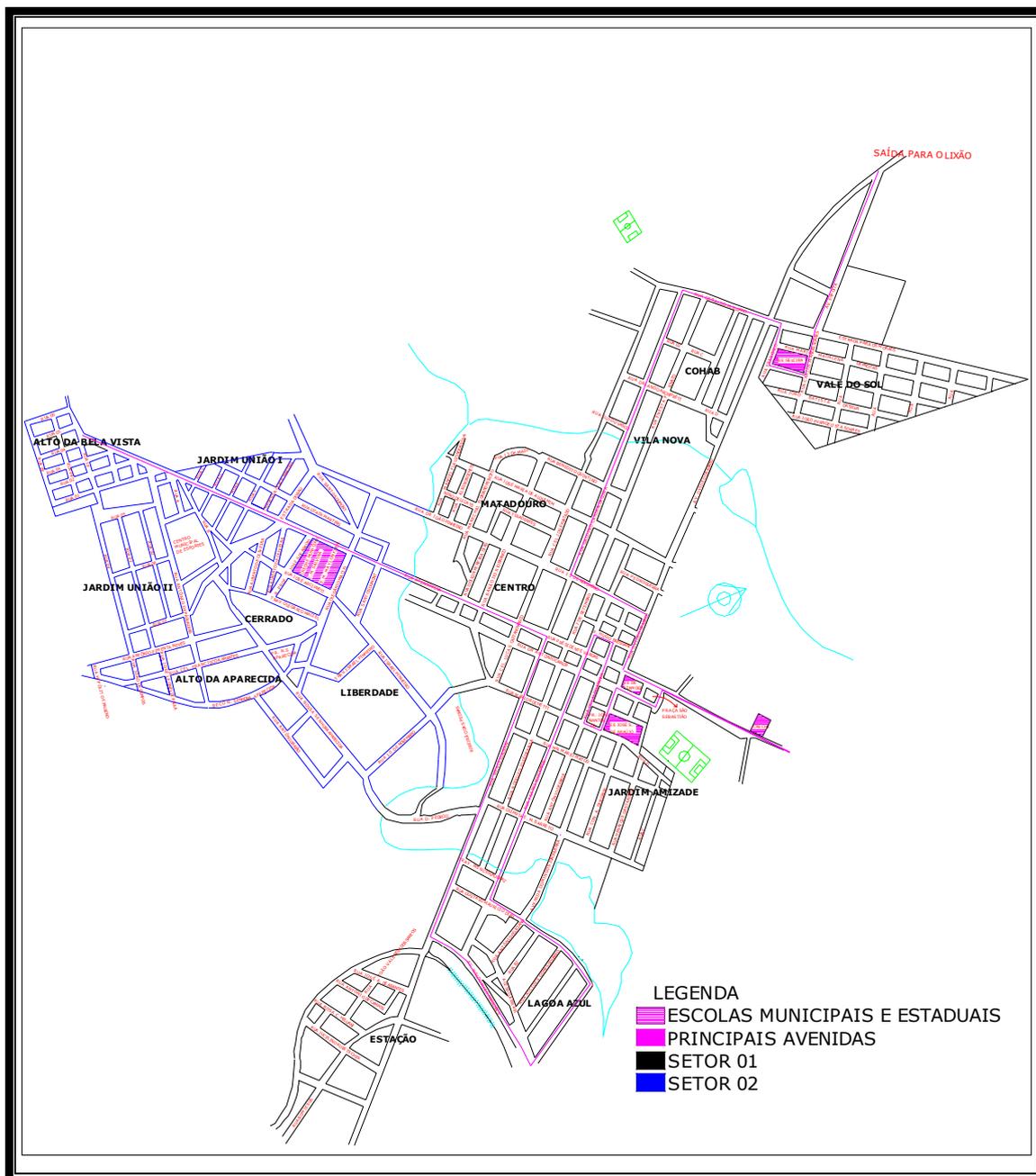


Figura 5.4 – Mapa do malha urbana de Itamogi localizando os roteiros da coleta domiciliar.

Durante entrevista realizada com o motorista do caminhão este alegou que nas principais avenidas, escolas e creches a coleta é realizada todos os dias devido ao acúmulo de matéria orgânica. Nos bairros Vale do Sol e Cohab a coleta estava sendo realizada diariamente devido à ociosidade do veículo e funcionários.

Ainda segundo o mesmo, na segunda-feira são coletados de 4 a 5 caminhões e os demais dias da semana de 2 a 3 caminhões.

A coleta de podas de árvores, capina, limpeza de terrenos, limpeza do matadouro e resíduos de serviço de saúde é realizada em dois tratores com caçamba. Conforme o modelo mostrado na Figura 4.5.



Figura 5.5 – Trator com caçamba.

No caso do matadouro, a coleta é realizada às segundas, quartas e sextas-feira. Os resíduos do matadouro, como as partes inaproveitadas dos animais, são vendidos, restando poucos resíduos como estrumes e restos de alimentos provenientes do animal. Desta forma é mínima a quantidade de resíduos destinados ao lixão. Os resíduos dos serviços de saúde são coletados uma vez por semana e levados ao hospital para serem incinerados.

No centro e principais avenidas, a cidade conta com alguns condicionadores para o lixo. Existem dois tipos de condicionadores, um que é menor para ser utilizado

pela população em geral e o outro maior de 100l aproximadamente que normalmente é utilizado para conter os resíduos comerciais. Conforme mostra Figura (4.6).



Figura 5.6 – Acondicionadores de Resíduos Sólidos: retângulo esquerda acondicionador menor, retângulo direita acondicionador utilizado pelos comércios.

5.2.4 Caracterização dos RS

Especificamente para este trabalho, foi feita uma caracterização dos RSD e RCI em Itamogi, conforme método descrito no item 1.3.2. Os resultados encontram-se nos Quadros 4.9 e 4.10.

Durante a realização desta pesquisa observou-se que era feita a coleta diária dos RSD nos bairros Vale do Sol e Cohab. Como tal frequência não é necessária, o motorista do veículo coletor foi orientado para que a coleta passasse a ocorrer em dias alternados. Portanto o Quadro 4.9 já mostra esta alteração.

Quadro 5.9 - Quantificação dos RSD e RCI gerados em Itamogi

SEGUNDA-FEIRA	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	8950	1980	ESTAÇÃO/CENTRO
	CAMINHÃO 02	8860	1890	CENTRO/ COAHB/VILA NOVA
	CAMINHÃO 03	8910	1940	CENTRO/ MATADOURO
	CAMINHÃO 04	8090	1120	VALE DO SOL
	TOTAL LIXO DIA		6940	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
	TARA CAMINHÃO VAZIO FINAL DIA			6960
TERÇA-FEIRA	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	10460	3490	CERRADO/A. BELA VISTA/ J.UNIÃO I e II/A. APARECIDA/J.N.S. /APARECIDA/LIBERDADE
	TOTAL LIXO DIA		3520	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
	TARA CAMINHÃO VAZIO FINAL DIA			6940
QUARTA-FEIRA	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	9520	2550	CENTRO/ COAHB/ VILA NOVA/ ESTAÇÃO
	CAMINHÃO 02	8910	1940	CENTRO/ MATADOURO/ VALE DO SOL
	TOTAL LIXO DIA		4550	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
QUINTA-FEIRA	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	9100	2130	CERRADO/A. BELA VISTA /J.UNIÃO I e II/A. APARECIDA/J.N.S. /APARECIDA/LIBERDADE
	TOTAL LIXO DIA		2190	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
	TARA CAMINHÃO VAZIO FINAL DIA			6910
SEXTA-FEIRA	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	10000	3030	CENTRO/ COAHB/ VILA NOVA/ ESTAÇÃO
	CAMINHÃO 02	9270	2300	CENTRO/ MATADOURO/ VALE DO SOL
	TOTAL LIXO DIA		5330	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
SÁBADO	VIAGENS P/ DIA	PESO CAMINHÃO ABASTECIDO + LIXO (Kg)	PESO LIXO (kg)	BAIRROS COLETADOS
	CAMINHÃO 01	9310	2400	CERRADO/A. BELA VISTA /J.UNIÃO I e II/A. APARECIDA/J.N.S. APARECIDA/LIBERDADE.
	TOTAL LIXO DIA		2400	
	TARA CAMINHÃO VAZIO E ABASTECIDO			6970
	TARA CAMINHÃO VAZIO FINAL DIA			6970

Após a avaliação dos resultados obtidos no trabalho de caracterização, onde foram analisadas amostras representativas dos RSD e RCI coletados pela Prefeitura, concluiu-se haver 22,1% de materiais potencialmente recicláveis (papéis, plásticos,

vidros e metais), 67,7% correspondem à matéria orgânica, enquanto que o restante (10,2%) constitui-se nos rejeitos (conforme Quadro 4.10).

Quadro 5.10 - Porcentagem obtida por material

RESULTADO	(%)
ORGANICO	67,7
L. BANHEIRO	3,5
PAPEL/PAPELÃO	6,6
PLÁSTICO	11,7
VIDRO	1,6
METAL FERROSO	1,4
METAL Ñ FERROSO	0,8
BORRACHA	0,1
TRAPO	5,1
OUTROS	1,4
TOTAL	100,0

O gráfico da Figura 4.7 permite analisar quais os materiais mais encontrados o que facilitará na proposta a ser dada para a destinação.

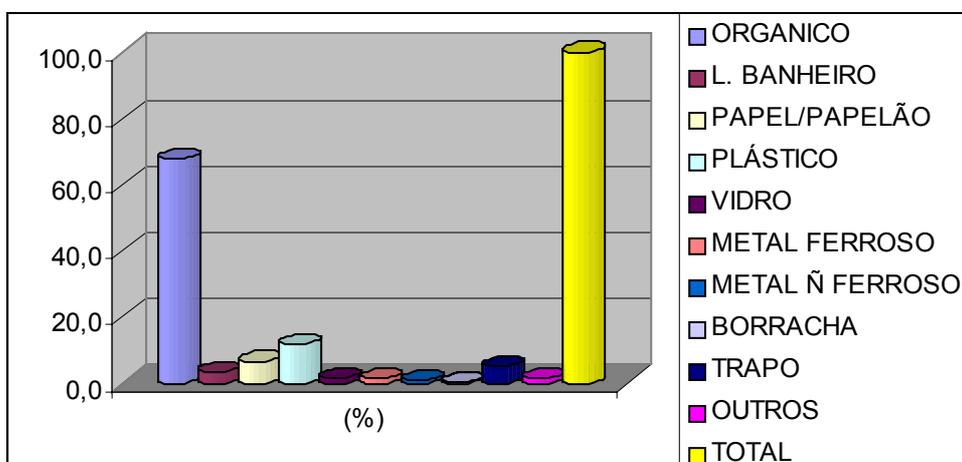


Figura 5.7 – Gráfico Composição Gravimétrica

A produção média diária do Quadro 3.11 foi calculada a partir da somatória de todo resíduo sólido coletado nos comércios, escolas, creches e residências, durante a semana, conforme Quadro 3.9 e dividido por sete (número de dias da semana).

A produção per capita do Quadro 4.11 obteve-se a partir da somatória dos resíduos coletados nos comércios, escolas, creches, residências e instituições durante 6

dias, conforme o Quadro 4.9 e dividiu-se por sete (número de dias da semana) e por 7412 (número de habitantes residentes no perímetro urbano).

Quadro 5.11 - Resultados obtidos das pesagens realizadas.

PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA (Kg)	3561	Kg/Dia
PRODUÇÃO PER CAPITA	0,48	Kg/Hab./Dia
DENSIDADE APARENTE	151	Kg/m ³

O município, como mostrado na caracterização (Quadro 3.11), revelou uma produção per capita média de 480 g/hab./dia. Assim, estima-se que o município esteja produzindo diariamente, em sua área urbana, aproximadamente 3,56 toneladas de resíduos residenciais e comerciais (Quadro 4.11).

Com relação aos RSV, pode-se fazer uma estimativa para a geração de pneus, a partir de dois métodos, considerando-se a produção *per capita* brasileira ou a frota de veículos no município. Considerando a população do Brasil de 170 milhões de habitantes (IBGE, 2000) e uma estimativa de geração de 44 milhões de carcaças de pneus por ano (BERTOLLO, FERNANDES e SCHALCH, 2002), tem-se um valor de descarte de aproximadamente 0,26 pneus/habitante/ano (como referência, os EUA geram 1 pneu/habitante/ano). Para o município de Itamogi, a geração aproximada seria de 2700 pneus/ano. Entretanto, considerando a frota municipal, que se estima ocupar 7622 pneus, e considerando uma vida útil dos pneus de 5 anos, conclui-se que a geração seria de 1525 pneus/ano. Esta segunda estimativa seria mais se adequada à realidade local, pois nos municípios de pequeno porte as pessoas estão mais habituadas a andar a pé, devido à proximidade dos locais freqüentados por estas. Outros fatores contribuem para a diminuição da quantidade de pneus descartados, tais como: troca de pneus em cidades vizinhas, uso de pneus recauchutados, emprego dos pneus inservíveis em práticas agrícolas (bebedouros, queima para combater geadas etc.). Assim, o valor de 1500 pneus/ano (4 pneus/dia) pode ser considerado, com uma certa folga, um limite superior de geração deste resíduo. Entretanto, por meio de observação direta, esta geração não se manifesta claramente no cotidiano da cidade, não representando um problema significativo.

Outros RSV são esporádicos ou de difícil quantificação. Alguns, como ossos provenientes de açougues, já têm uma destinação específica. Outros resíduos, como os originados de capinas, podas de árvores, limpeza de terrenos baldios e de varrição também não foram quantificados separadamente, pois não se chegam a causar impactos significativos, sendo destinados em conjunto com os RSD.

5.2.5 Destinação dos RSU

Todos os RSU coletados na cidade, exceto os RSS, são levados para o destino final, que neste caso é um aterro a céu aberto (“lixão”), situado em terreno de propriedade da Prefeitura. Uma vez por mês, os resíduos depositados neste aterro são compactados por um trator de esteiras e cobertos por uma camada de solo do próprio rio local. Como resultado, formam-se amontoados de resíduos e solo, denominados como “leiras” na Figura 4.9. Também tem sido feito escavamento do solo para deposição dos RS, indicado como “vala” na mesma Figura.

O lixão está situado em uma região com várias nascentes e represas, utilizadas principalmente para dessedentação do gado. A Figura 4.8 apresenta uma vista do local.



Figura 5.8 – Foto mostrando o lixão e mais abaixo a represa existente no local.

(março de 2002)

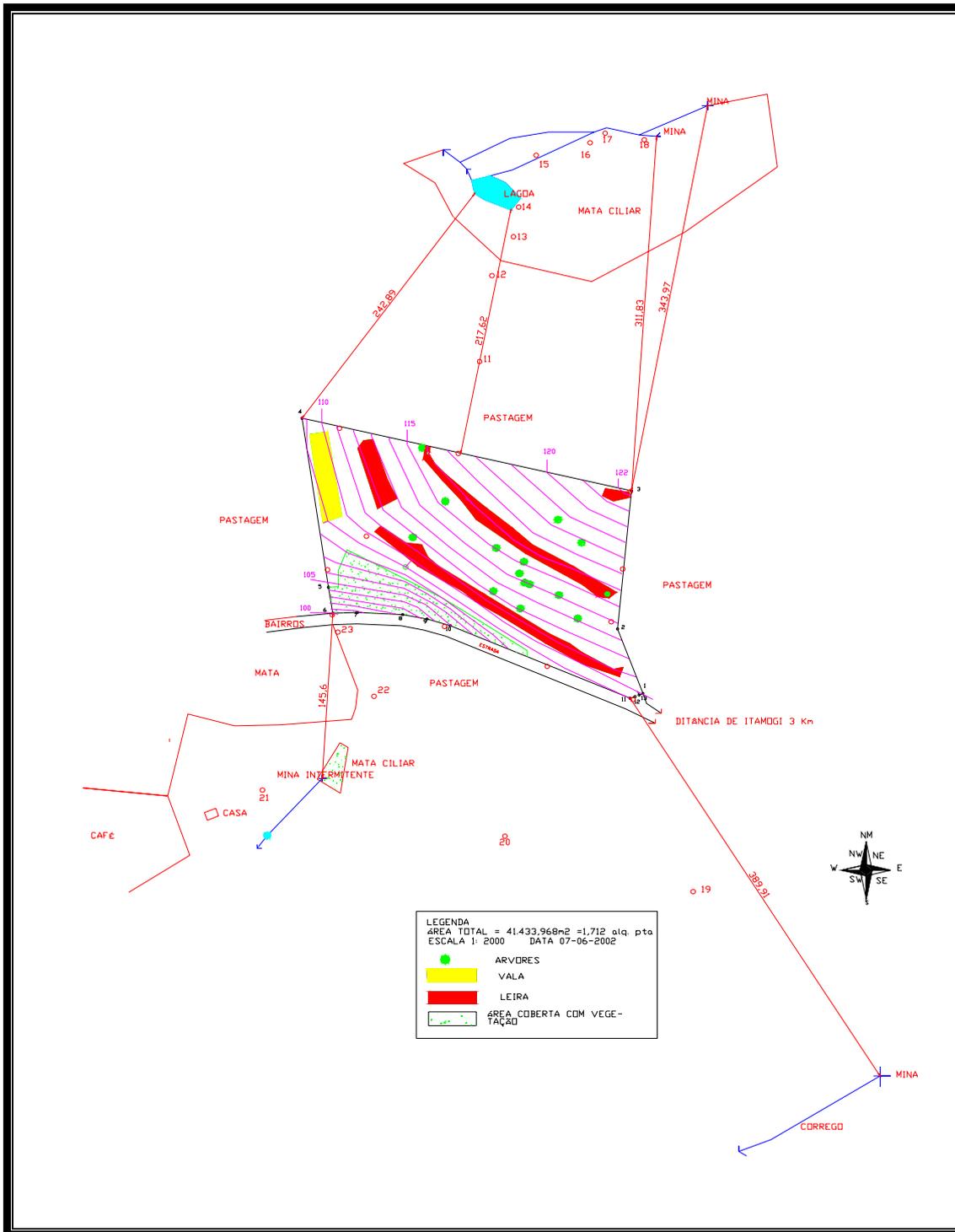


Figura 5.9 - Levantamento topográfico sem escala mostrando da área do lixão e as distâncias das nascentes e áreas vizinhas. (julho de 2002)

A deposição inadequada dos resíduos tem causado problemas para vizinhança, como incêndios e ingestão de embalagens plásticas pelo gado, além da poluição visual. Durante o período de chuvas observa-se o acúmulo de água conforme Figura 4.10.



Figura 5.10 – Foto do lixão mostrando o acúmulo de água. (março de 2002)

Na Figura 4.11 pode-se notar também a mistura de diferentes tipos de resíduos no mesmo local, como por exemplo, pneus e restos de podas de árvores.



Figura 5.11 – Foto do lixão mostrando o mistura dos vários tipos de resíduos. (março de 2002)

Na Figura 4.12, a foto permite uma visão geral do lixão, destacando-se a quantidade de sacolas plásticas e a desordem geral.



Figura 5.12 – Foto da vista geral do lixão (março de 2002).

No lixão, existem 4 pessoas que sobrevivem da catação (Figuras 4.13 e 4.14). Segundo informado por um dos catadores, o seu rendimento mensal aproximado é conforme mostra o Quadro 4.12.

Quadro 5.12 - Rendimento mensal aproximado de um catador no lixão de Itamogi.

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇO PAGO POR KILO	TOTAL
Vidro	250Kg	R\$ 0.05	12,50
Metal ferroso	3000Kg	R\$ 0.05	150,00
Alumínio	35kg	R\$ 1.70	59,50
Plástico	1300Kg	R\$ 0.08	104,00
Plástico Duro	1200Kg	R\$ 0.08	96,00
Cobre	6Kg	R\$ 2.40	14,40
Garrafa Pet	2000Kg	R\$ 0.08	160,00
Papel/Papelão	1500Kg	R\$ 0.06	90,00
Total	-	-	686,40



Figura 5.13 – Foto do lixão mostrando a presença de catadores. (março de 2002)



Figura 5.14 – Foto do lixão mostrando o material separado pelos catadores.
(março de 2002)

5.2.6 *Quantificação e Destinação dos RSS*

Os RSS gerados no município são provenientes do hospital, de 5 farmácias, 5 postos de saúde, 5 consultórios dentários e um laboratório. Os resíduos gerados pelo hospital são incinerados todos os dias em incinerador próprio (Figura 4.15). Os RSS provenientes dos demais geradores são coletados uma vez por semana em uma carreta de trator e incinerados também no hospital. Depois da incineração, as cinzas e escórias

são acondicionadas em sacos plásticos e levadas junto com os demais resíduos pela coleta regular.

O incinerador existente não se constitui num equipamento completo, não havendo controle de temperatura, nem tratamento de emissões atmosféricas. Entretanto, seu uso ocorre em curtos períodos de tempo (menos de 1 hora por dia), não se observando impactos visuais ou de odores no seu entorno.

Os RSS foram estimados a partir do cálculo de volume da carreta onde são coletados. As dimensões desta são 3,50m x 0,50m x 1,70m, portanto um volume de 2,975 m³. Os resíduos coletados ocupam metade deste volume desta forma conclui-se que o município produz aproximadamente 1,49 m³ ou 298 Kg (considerando uma densidade de 200 Kg/m³) de resíduos sépticos de serviços de saúde por semana.



Figura 5.15 – Foto do incinerador do hospital São João Batista de Itamogi
(março de 2002)

A partir de um levantamento dos respectivos endereços, os diferentes tipos de geradores de RSS foram localizados no mapa da área urbana, conforme pode ser visto na Figura 4.16.

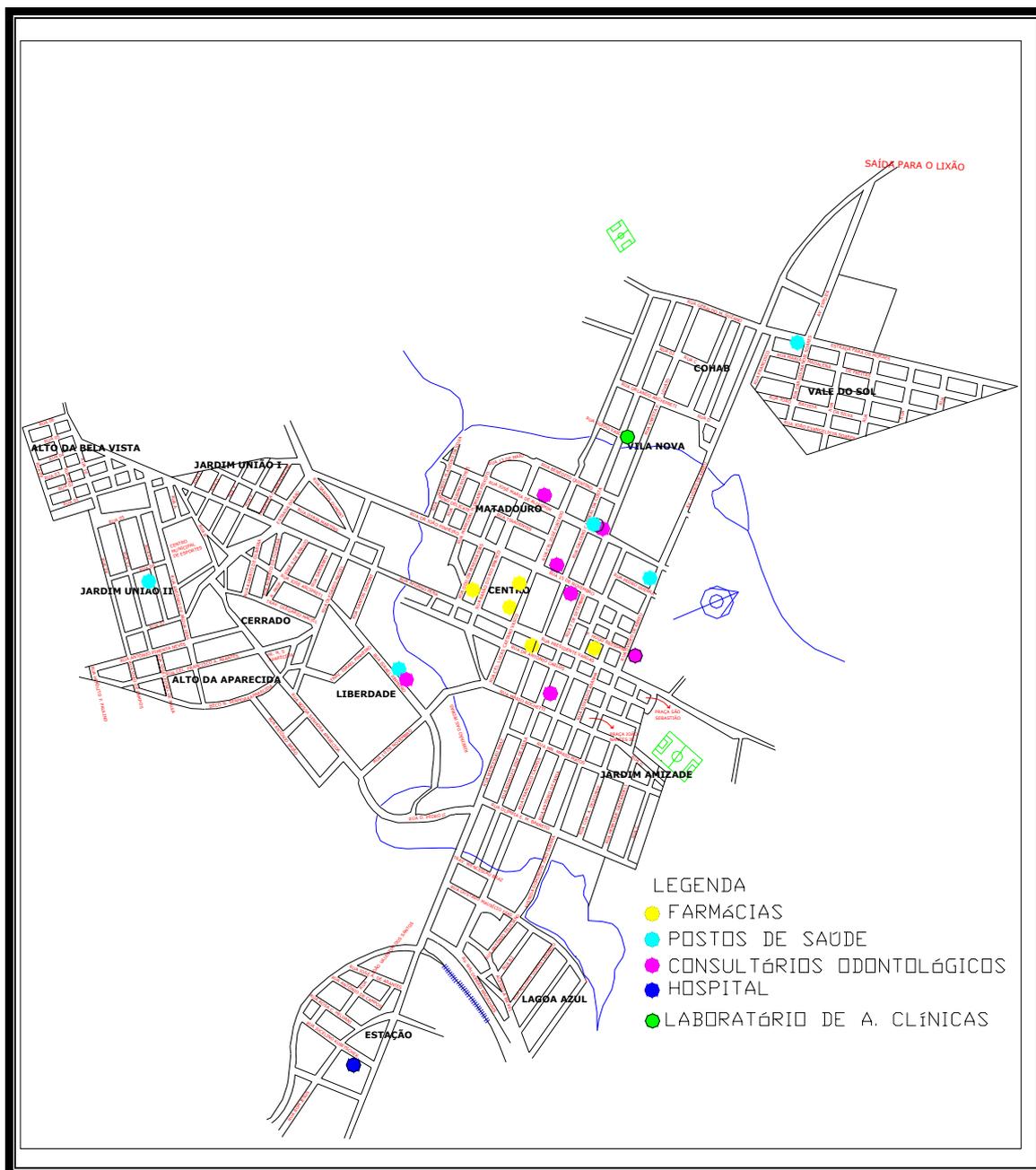


Figura 5.16 – Localização dos pontos geradores de RSS em Itamogi

5.2.7 Aspectos Econômicos

Para a obtenção de dados econômicos referentes aos RS em Itamogi, foram encontradas algumas dificuldades. O departamento contábil da Prefeitura Municipal não

tem um controle rígido que especifique detalhadamente o que foi gasto. Os dados do Quadro 3.13 foram obtidos na oficina da prefeitura, onde é realizada a manutenção.

O orçamento do município previu para o ano de 2002, um gasto com o serviço de Limpeza Pública de R\$ 42.000,00 (R\$19.000,00 para pagamento de pessoal, R\$18.000,00 para material de consumo, e R\$ 5.000,00 para outros serviços).

De janeiro a julho de 2002, o município arrecadou R\$ 43.547,41 de taxas de limpeza pública, e a despesa neste mesmo período foi de R\$ 46.597,09. A partir destes dados, conclui-se que o município ainda teria, ao longo dos últimos 5 meses daquele ano, uma despesa de aproximadamente R\$ 34.000,00, aproximando-se de um total anual de R\$ 80.000,00. Se a receita estimada com as taxas de limpeza pública fosse arrecadada em sua totalidade, o valor seria de R\$ 69.553,98, correspondendo a 87% das despesas projetadas. Porém, como as taxas são cobradas anualmente junto com o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), na maioria das vezes não se consegue arrecadá-las em sua totalidade, pois um considerável número de contribuintes não consegue quitar seus impostos.

Os Quadros 4.13 e 4.14 mostram mais detalhadamente os gastos com equipamentos do sistema de limpeza pública num determinado mês. Da mesma forma, tem-se no Quadro 3.15 o gasto mensal com pessoal. Somando-se ambos os gastos, tem-se um total mensal de R\$ 6.785,00. Multiplicando-se por 7 meses, obtém-se o valor de R\$ 47.495,00, relativamente próximo ao fornecido pelo departamento contábil (R\$ 46.597,09).

Por fim, considerando-se um custo de R\$ 80.000,00 anuais e uma população urbana de 7412 habitantes estima-se um custo anual *per capita* de R\$10,80.

Quadro 5.13 - Custo mensal dos equipamentos utilizados

CAMINHÃO MERCEDES BENS 1113/ ANO 1985 (COLETA DOMICILIAR)				
Quant		Descrição	UN	Valor/Mensal
2	un.	Retentor 00516	R\$ 17,00	R\$ 8,50
2	un.	Trava aranha	R\$ 3,50	R\$ 1,75
2	un.	Arruela de encosto	R\$ 4,50	R\$ 2,25
64	un.	Arrebites	R\$ 0,10	R\$ 1,60
2	un.	Campana	R\$ 142,50	R\$ 71,25
1	un.	Vareta guia	R\$ 22,50	R\$ 5,63
1.400	l	Óleo diesel	R\$ 1,07	R\$ 1.498,00
6	un.	Pneus (custo mensal)	R\$ 16,39	R\$ 98,33
			Total Mensal	R\$ 1.687,31
TRATOR 265 (COLETA RCD E PODAS/CAPINAS/LIMPEZA DE BUEIROS/MATADOURO)				
Quant		Descrição	UN	Valor/Mensal
1		Rolamento interno	R\$ 15,00	R\$ 3,75
1		Rolamento externo	R\$ 10,50	R\$ 2,63
1		Retentor	R\$ 4,50	R\$ 1,13
1		Super Bonder	R\$ 1,50	R\$ 0,38
1		Junta do escapamento	R\$ 3,50	R\$ 0,88
1		Anti – ferrugem	R\$ 3,50	R\$ 0,88
1		Jogo de lona com rebites	R\$ 45,00	R\$ 11,25
		Outras peças	R\$ 250,00	R\$ 62,50
200	l	Óleo diesel	R\$ 1,07	R\$ 214,00
2		pneu peq.(custo mensal)	R\$ 7,50	R\$ 15,00
2		pneu gde (custo mensal)	R\$ 22,22	R\$ 44,44
2		pneu carreta (custo mensal)	R\$ 2,78	R\$ 5,56
			Total Mensal	R\$ 362,38

Quadro 5.14 - Custo mensal dos equipamentos utilizados (Continuação)

TRATOR 65X (COLETA ENTULHO E PODAS/CAPINAS/LIMPEZA DE BOCAS DE LOBO/MATADOURO)				
Quant		Descrição	UN	Valor/Mensal
1	Un.	Porta escova completo	R\$ 23,00	R\$ 5,75
		Outras Peças	R\$ 261,17	R\$ 65,29
160	l	Óleo Diesel	R\$ 1,07	R\$ 171,20
2		pneu peq.(custo mensal)	R\$ 7,50	R\$ 15,00
2		pneu gde (custo mensal)	R\$ 22,22	R\$ 44,44
2		pneu carreta (custo mensal)	R\$ 2,78	R\$ 5,56
			Total Mensal	R\$ 307,24

Quadro 5.15 - Custo mensal de mão de obra

CUSTO MÃO DE OBRA				
Serviço Executado	Nº de pessoas	Salário	Encargos	Total
Motorista Caminhão de Lixo	1	R\$ 551,20	R\$ 47,68	R\$ 598,88
Motorista Trator	2	R\$ 413,33	R\$ 31,62	R\$ 889,90
Pessoal Coleta	3	R\$ 392,54	R\$ 31,65	R\$ 1.272,57
Pessoal Varrição	3	R\$ 303,55	R\$ 22,19	R\$ 977,22
Encarregado Geral	1	R\$ 633,36	R\$ 57,00	R\$ 690,36
			Total Mensal	R\$ 4.428,93

5.3 Proposta do PGRSU para Itamogi

5.3.1 Considerações Iniciais

Na elaboração da proposta ao município de Itamogi, inicialmente foram sistematizadas as formas e possíveis destinos aos RSU, com base nas diretrizes para a Gestão de Resíduos Sólidos apresentadas no capítulo 3 deste trabalho e na caracterização do município.

Por exemplo, identificou-se a presença de uma britadeira no município, que poderá ser incluída no gerenciamento dos RCD. Existe também uma fábrica de artefatos de concreto, da própria PMI, que poderá receber alguns tipos de resíduos para incorporação como agregado.

A seguir, serão descritas as formas de gestão propostas para cada um dos tipos de resíduos no município, caracterizando o Plano de Gestão dos RSU. O Quadro 4.16, ao final deste trabalho, busca resumir estas propostas, permitindo uma melhor análise das alternativas possíveis, dando uma visão integrada da gestão.

5.3.2 Minimização dos resíduos a serem coletados e dispostos

Inicialmente, para organizar a questão dos RSU no município de Itamogi, será importante a contratação de uma pessoa, ainda que temporariamente, de modo a permitir a implantação do Sistema de Gestão de RSU. Este profissional deverá ter conhecimento suficiente da área (funcionando como uma consultoria), treinando os funcionários durante a implantação, até que se promova uma continuidade do Sistema. Dentre estes funcionários treinados, poderá ser designado um de nível médio para a organização, controle, fiscalização e operação permanente de todos os serviços do Sistema de RSU.

No município de Itamogi, ainda não há nenhum programa para redução da geração de RSU. Portanto o primeiro passo será investir em um programa de educação ambiental para conscientização da população da importância da minimização dos resíduos gerados.

Inicialmente, a população poderá ser incentivada a separar os materiais recicláveis para serem doados a catadores, desta forma diminuirá a quantidade de resíduos a serem destinados ao lixão.

Posteriormente, poderão ser implantados alguns LEVs (Locais de Entrega Voluntária) em alguns pontos da cidade. Os recicláveis acumulados nos LEVs, poderão ser coletados pelos catadores, que por ser um número pequeno (aproximadamente 07) não justifica a formação de uma cooperativa. Portanto, poderão ser organizados e credenciados junto à prefeitura e deverão receber orientações do responsável pelo sistema de RSU. A prefeitura deverá ceder um galpão para que os catadores acumulem este material para a venda, cujos lucros, serão revertidos em prol dos próprios.

Durante a caracterização do município pode-se observar que nas escolas e creches há uma grande sobra de alimentos. Como consequência deste trabalho, já foi

proposto para a prefeitura, que selecionasse pessoas que criam animais para coletar estes resíduos alimentares diariamente. Este procedimento é importante pois a coleta nestes estabelecimentos era realizada todos os dias pelo problema da fácil decomposição destes resíduos e por serem em uma quantidade que promova problemas.

Para os RSD orgânicos, as pessoas deverão ser incentivadas a fazer a composteira caseira, ou até mesmo enterrá-los nos quintais, pois quase todas as residências do município são térreas e os lotes permitem esta atividade. Para realização desta atividade deverá ser criada uma cartilha que ensine a população como fazer esta compostagem caseira, que mostre qual a importância na redução dos resíduos a serem coletados e aterrados e os benefícios alcançados na utilização do composto nas plantas.

Não haverá um custo muito alto para realização destas atividades no município, a prefeitura deverá adquirir os LEVs, materiais para divulgação e cartilhas (para sensibilizar e ensinar a população a separar os recicláveis e a fazer a compostagem residencial). Isto custará aproximadamente R\$ 2.500,00, que poderá ser minorado com a obtenção de patrocínio.

O profissional responsável pela organização e implantação do Sistema de Gestão de RSU (consultor) custará em torno de uns R\$ 3.000,00 que poderá ser dispensado se a prefeitura já possuir um técnico com noções básicas nesta área. Entretanto deverá ser nomeado um organizador destes serviços, podendo ser um profissional de nível médio que custará aproximadamente R\$ 1.000,00 (com encargos trabalhistas) por mês. Se esta contratação for considerada onerosa para a PMI, poderá ser designado um funcionário da própria prefeitura que tenha um perfil adequado para execução deste serviço.

O local para acúmulo dos materiais recicláveis poderá ser um local já de propriedade da prefeitura, desta forma evitará gastos com aquisição de um novo galpão.

5.3.3 Coleta dos RSD e RCI

A coleta dos RSD e RCI ocorre em toda área urbana. Inicialmente deverá ser elaborado um roteiro de coleta, racionalizando o já existente de forma que se evite passar pelo mesmo lugar várias vezes (percursos mortos).

Deverá haver uma planilha de controle de coleta (Quadro 4.17), onde serão registradas as quilometragens para cada setor, tempo de percurso, assim como defeitos do caminhão e dificuldades encontradas durante o trajeto.

Será importante também, juntamente com aquela planilha a elaboração de uma segunda planilha que controle o consumo de combustível. Nesta deverão ser calculados a quilometragem percorrida, o consumo de combustível por litro e o custo, conforme mostra Quadro 4.18. Ainda deverá ser criado um controle mais rígido que acompanhe custo de manutenção do caminhão, pois atualmente não existe um controle específico deste equipamento. Isto se faz necessário, pois, como o equipamento é utilizado diariamente, por meio deste controle pode-se diminuir pequenos custos que ao longo do mês tornam-se maiores.

Quadro 5.16 – Controle de Coleta

Setor	Km de saída	Km de chegada	Km percorridos	Hora de saída	Hora de chegada	Tempo de Percurso	Ocorrências

Quadro 5.17 – Controle de Custo

Data de abastecimento	Km inicial	Δ Km	Consumo de Combustível (l)	Custo (R\$)	Km/l	Custo/Km

Para realização desta atividade, não haverá acréscimo de custos, pois o município já realiza este serviço. Ao contrário, uma otimização dos roteiros, um controle de manutenção do equipamento e a minimização dos resíduos, poderá diminuir as despesas, atualmente da ordem de R\$ 6.800,00 por mês. Somente no caso de uma

coleta seletiva é que será necessária a aquisição de uma caçamba que não promova a compactação, que custaria em torno de R\$ 10.000,00. Entretanto se este valor for considerado alto, a coleta poderá ser feita com equipamentos já existentes que não promovam a compactação. Estima-se que o custo mensal de uma coleta seletiva que ocorra 1 vez por semana em toda a cidade seja por volta de R\$ 500,00.

5.3.4 Redução, Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos Perigosos nos RSU

As quantidades destes resíduos no município não são significativas a ponto de justificar custos com uma estrutura específica para sua coleta e processamento. A ênfase deve ser dada na minimização dos mesmos, podendo-se prever alguns pontos entrega voluntária em locais já existentes. Por exemplo, poderá ser criada uma campanha para que a população doe os remédios que têm prazo de validade com vencimento próximo para a farmácia municipal, a fim de que possam ser ainda consumidos. Procedimento semelhante, pode ser adotado para restos de tintas e vernizes, que poderão ser utilizados em instalações públicas. Pilhas e baterias poderão ser entregues voluntariamente e encapsuladas em artefatos de concreto produzidos pela própria Administração Municipal. Nenhuma destas soluções acarretam custos, exceto para a divulgação e orientação da comunidade, que poderão estar incluídos nos custos previstos para a educação ambiental.

5.3.5 Destinação dos RSD e RCI

Uma das possíveis propostas de tratamento e destinação dos RSD e RCI em Itamogi seria a implantação de uma Unidade de Triagem e Compostagem (UTC), associada a uma coleta seletiva com separação de resíduos secos e úmidos. Esta escolha baseou-se no balanço de massa (Figura 4.17) que mostrou claramente o expressivo potencial de reintegração ambiental e econômica dos RSU gerados em Itamogi.

O resultado do balanço de massa, feito conforme proposto por UFV (1997) permitiu concluir haver 0,98 t/dia de materiais recicláveis, 1,66 t/dia de material compostável e 0,94 t/dia de rejeitos, o que significa um potencial médio de reaproveitamento dos RSD de 53 % do total de 4,9 t/dia coletado.

Deve-se considerar que este balanço de massa foi calculado para um aumento da geração de resíduos e da população num período de 15 anos. A estimativa feita é de que a geração passará de 0,48 Kg/hab/dia para 0,50 Kg/hab/dia e a população urbana passará de 7412 para 9086 pessoas

Dessa forma pode-se concluir que 2,64 t/dia de resíduos podem ser reintegrados ambiental e economicamente, relevando a potencialidade da reciclagem e da compostagem.

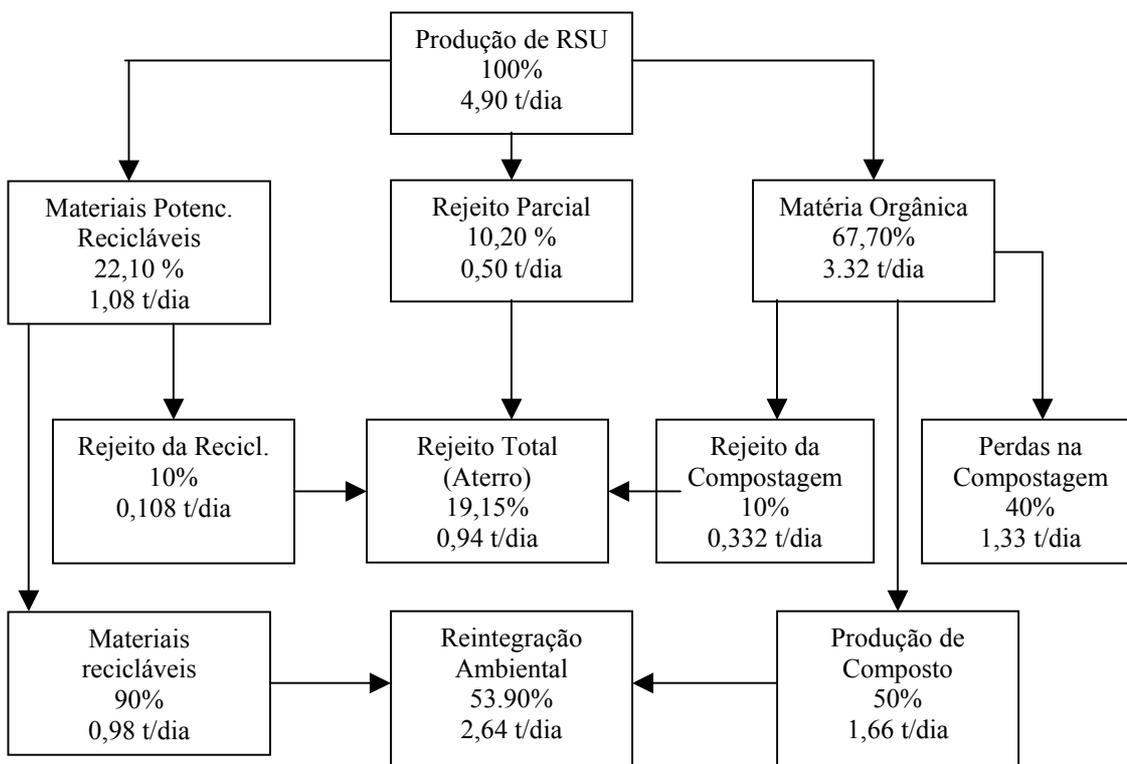


Figura 5.17 – Balanço de Massa dos Resíduos Sólidos Urbanos

Esta reintegração ambiental será possível através da venda dos materiais recicláveis, utilização do composto nas lavouras (uma vez que o município possui uma base econômica agrícola) e praças públicas. Outro benefício da opção será a reintegração sócio-econômica de catadores, os quais deverão operar a unidade, obtendo renda a partir da venda dos recicláveis e com melhores condições de trabalho. Assim, não se prevê a contratação de funcionários especificamente para a UTC, pois este custo seria elevado para a PMI.

Uma proposta de dimensionamento de Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) para Itamogi é apresentada no Anexo 1. A referida proposta corresponde à capacidade de processamento de 4,75 t/dia, tendo ainda uma flexibilidade operacional de 1,5 t/dia, correspondendo a um horizonte de projeto de 15 anos. O custo estimado para tal solução é da ordem de R\$ 103.000,00. Deve-se observar que este custo não inclui a preparação das valas para o aterramento dos rejeitos. O valor, entretanto, é relativamente baixo, pois a PMI possui os equipamentos necessários (tratores, compactadores, etc), sendo que a estimativa é de implantação de 3 a 4 valas por ano.

Uma segunda alternativa possível para a destinação dos RSD e RCI em Itamogi seria a coleta convencional (não seletiva), com disposição em aterro sanitário. Entretanto esta opção necessitará de maior área para aterramento, além da necessidade de haver maior controle do sistema, pois há maior geração de chorume cujo tratamento pode ser um problema. Estima-se um custo inicial de implantação da ordem de R\$ 30.000,00 (considerando-se a execução gradativa das valas). Segundo levantado na literatura, o custo por habitante/ano fica em torno de R\$ 6,00 o que significa que para Itamogi, que tem uma população urbana de 7400 habitantes custaria R\$ 3700,00 mensais além do custo do sistema atual de coleta de R\$ 6800,00.

Comparando os custos de implantação da UTC e aterro sanitário de rejeitos com a solução de aterro sanitário exclusivamente, nota-se que nos primeiros dois anos o custo total (implantação e operação) da primeira opção seria maior. Entretanto, a partir do terceiro ano, a situação se inverteria, pois a segunda opção apresenta um custo operacional maior.

Outras alternativas possíveis (a longo prazo), como a separação da matéria orgânica para associação com criação de suínos ou vermicompostagem, embora interessantes sob vários aspectos, não serão aqui discutidas, pois implicam em maiores investimentos em termos de envolvimento de produtores e disponibilização das respectivas técnicas. Podem ser pensados para um prazo maior.

5.3.6 Coleta e Destinação dos RCD

Os entulhos gerados no município serão depositados em uma área determinada para que sejam reutilizados em manutenção de estradas rurais e em atividades de construção civil. Os RCD com granulometria maior e que forem impróprios para as atividades citadas poderão ser encaminhados a uma britadeira, já existente no município, para que sejam submetidos ao processo de trituração. Assim, poderão ser utilizados naquelas aplicações, incluindo seu uso em aterros em construções (há dificuldade na obtenção de solo para esta finalidade no município) e mesmo como agregados na produção de artefatos de concreto. Este serviço não representará mais nenhum gasto para o município, pois este já realiza a coleta destes materiais. Aliás, esta coleta deve ser cobrada dos geradores dos RCD, o que não ocorre atualmente. Deverá haver também economia na aquisição de agregados pela Prefeitura. O custo de trituração poderá ser negociado com o proprietário da britadeira, que poderá ficar com o material resultante.

5.3.7 Coleta e disposição dos RSV

Os RSV serão coletados uma vez a cada seis meses e serão acumulados em área coberta. Deverá ser analisada a viabilidade de criação de uma oficina de reciclagem e reutilização para móveis e eletrodomésticos, além de destinar materiais inservíveis para serem vendidos como recicláveis. Os pneus poderão ser utilizados na própria UTC para contenção de taludos ou erosões, assim como doados a pessoas interessadas a utilizarem-no com o mesmo fim. De acordo com legislação vigente, os pneus não ficarão por muito tempo acumulados, pois terão que ser recolhidos pelas indústrias produtoras, assim como já ocorre com as baterias de carro. A coleta dos RSV já ocorre atualmente, não implicando em aumento de custos. As áreas para acumulação dos materiais poderão ser viabilizadas em instalações da própria Prefeitura.

5.3.8 Coleta e Destinação dos RSP

Os resíduos sólidos públicos do município são basicamente compostos por animais mortos, resíduos de limpeza de sistema de drenagem, varrição, poda e capina.

Os animais mortos poderão ser dispostos na área destinada ao aterro de rejeitos, em locais e valas apropriadas e identificadas, de forma a garantir o seu controle sanitário. Os resíduos de limpeza de bocas-de-lobo, podas de árvores, varrição, poda e capina poderão ser dispostos no aterro ou mesmo em pastagem ou em plantações para servirem como condicionadores de solo. Não haverá aumento de custos com estas medidas.

5.3.9 Gestão dos RSS

Os RSS no PMI já recebem uma coleta que pode ser chamada de seletiva, pois os estabelecimentos de saúde já separaram os materiais infectantes para serem queimados no incinerador do hospital. Entretanto este incinerador não atende os padrões ambientais necessários na questão de emissões gasosas. Portanto, deverão ser construídas valas sépticas na área da UTC. Estas valas serão construídas de acordo com os sistemas apresentados no item 2.5.5 deste trabalho, sendo impermeabilizadas com argila e a área isolada para acesso somente de funcionários. Em função destas características, o custo desta disposição deverá ser semelhante ao custo do aterramento dos RSD, já estando incluído no total apresentado no item 4.3.5, referente à implantação da UTC.

Estes resíduos são atualmente coletados uma vez por semana, mesmo que seja em pequena quantidade, pois não devem ficar acumulados por muito tempo. Entretanto, pelas características de tais resíduos, recomenda-se que a coleta seja realizada pelo menos mais uma vez por semana. O acréscimo de custo é estimado em apenas R\$ 100,00 por mês.

Os resíduos químicos, tais como remédios vencidos, deverão ser destinados também para a vala séptica, uma vez que a PMI não conta com processos mais complexos de separação e não se justifica sua implantação.

5.3.10 Programa de Educação Ambiental

No município existem dois trabalhos de educação ambiental sendo desenvolvidos, um deles está sendo realizado devido à construção de um interceptor de esgoto no Córrego das Pedras. Foram feitas faixas, panfletos, reunião com a população

para falar da importância do interceptor e para que a população pare de descartar RS no referido córrego.

O outro projeto de educação ambiental (que tem como colaboradora a autora desta dissertação) está sendo desenvolvido na Escola Estadual de Itamogi. Esta atende todos os alunos de 5^a a 8^a do município. O projeto engloba a questão das nascentes no município, minimização dos resíduos gerados, oficina de sucata, criação de um viveiro de mudas, visitas a construção do interceptor do córrego das pedras etc.

Entretanto, não há nenhum programa continuado que abranja toda a população e que trate com mais enfoque à questão dos RSU. Portanto deverá ser criado um programa de Educação Ambiental que enfoque esta questão. Este deverá ser de responsabilidade da pessoa designada para gerenciar o sistema de RSU.

Os agentes de saúde deverão ser treinados para as visitas porta à porta, ensinar a população sobre os problemas causados pelo manuseio inadequado dos RSU, da importância da separação e como separar o mesmo para a coleta seletiva..

Deverão ser envolvidas no programa as instituições: Casas da Cultura, Associação Comercial, Igrejas. Para a divulgação do programa de coleta seletiva serão utilizadas Rádio Comunitária, material para divulgação e serão realizadas reuniões com chefes religiosos e escolas, etc.

A população será orientada a separar os resíduos secos (recicláveis), úmidos (orgânicos) e contaminantes (provenientes de banheiros). A coleta será para os resíduos úmidos e contaminantes em dias alternados e os resíduos secos serão coletados uma vez por semana. O custo para implantação do programa de educação ambiental já está incluído no item 4.3.2.

5.3.11 Considerações Finais

A conscientização da população para os processos de minimização não ocorre a curto prazo, pois diz respeito a mudança de hábitos que estão incorporados já a um certo tempo no dia a dia. E, devido aos problemas atuais de esgotamento dos recursos naturais e dificuldade de tratamento e disposição pelo consumo excessivo, é importante

que qualquer PGRSU coloque como prioridade no programa de educação ambiental os conceitos de minimização.

O desafio maior para implantação dos sistemas que visem a coleta seletiva é a participação da população desta forma não deve se poupar esforços em programas de educação ambiental de forma que se consiga uma sensibilização que abranja maior número possível de pessoas.

Este programa de educação ambiental, para que seja eficaz, deve ser freqüente e continuado. Por exemplo, depois de implantado o programa de coleta seletiva é importante que se continue motivando a população a continuar separando os RSU, mesmo porque já é possível obter informações de outras UTC que fracassaram por não haver uma coleta seletiva.

O município de Itamogi não está preparado para uma mudança rápida, portanto, à medida em que forem surgindo problemas, estes deverão ser solucionados no intuito de buscar novas alternativas que sejam mais eficazes ambiental e economicamente.

Está sendo analisado para o município de Itamogi um projeto de uma UTC pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente). Pelas experiências observadas em outros dois municípios da região, optou-se pela UTC, e não se cogitou a possibilidade da criação de suínos pelo custo e pela falta de experiência e vermicompostagem pela falta de noções técnicas.

A opção de instalação de LEVs é interessante. Entretanto, observa-se no município de Itamogi que os coletores comuns de RS foram danificados pela falta de consciência da população que não contribui na fiscalização de vandalismos. Portanto o programa de educação ambiental deverá trabalhar a valorização da cultura local e dos bens públicos para que os cidadãos sintam-se responsáveis pela conservação destes. Observa-se também outro problema relacionado aos LEVs é o acúmulo ou colocação dos materiais em local errado, portanto este é outro ponto que deverá ser trabalhado na educação ambiental. Assim, a colocação dos LEVs deve ser feita em locais onde possam ser monitorados (postos de abastecimento, prédios públicos, supermercados) minimizando-se aqueles efeitos negativos.

É importante que haja disposição política para resolver os problemas relacionados com os RS. Atualmente, no Estado de Minas Gerais, devido ao incentivo através do ICMS ecológico, pelo gerenciamento adequado dos RSU, está havendo maior interesse em resolver o problema.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A elaboração deste trabalho referente ao gerenciamento de RSU em municípios de pequeno porte permitiu as seguintes conclusões:

- Em um município de pequeno porte, quase sempre o poder público é responsável pelo gerenciamento da maioria dos RSU; portanto o PGRSU a ser elaborado deve incluir todos eles, ainda que os geradores devam ser sempre envolvidos e tenham suas responsabilidades consideradas;
- O levantamento de dados de um município de pequeno porte pode ser facilitado devido à proximidade das pessoas envolvidas, como também por ser um sistema mais simples; por outro lado, alguns dados são de difícil obtenção, por que normalmente não há um controle muito específico de custos e gastos e também um cadastro de equipamentos envolvidos no sistema;
- O Quadro para sistematização da proposta de PGRSU mostrou ser um instrumento útil, pois permite uma visão integrada das soluções para os RSU e auxilia no processo de decisão, mesmo para pessoas não técnicas;
- Apesar de ser privilegiado, em termos de Brasil, por possuir um sistema de esgotamento sanitário e coleta dos RSU que atende quase 100% da população urbana, o município de Itamogi apresenta sérios problemas de disposição final dos RU, exigindo medidas urgentes.

- Com relação ao Sistema de Gestão de RSU de Itamogi, algumas alterações necessitam ser implementadas, além de uma destinação adequada. As principais são:
 - investir em programas que busquem a minimização dos RSU;
 - organizar os sistemas de coletas dos RSU, em função dos seus diferentes tipos, adequando frequências, veículos, roteiros etc.;
 - responsabilizar um funcionário pelo gerenciamento do Sistema de RSU, a fim de diminuir custos e organizar adequadamente coleta, transporte e a destinação final a ser implantada;
 - buscar soluções adequadas para os diferentes resíduos, evitando sua mistura e viabilizando seu reaproveitamento.

- Para que se implantem as medidas que melhorem a gestão dos RSU, a PMI deverá investir muito em educação ambiental, inclusive com a formação de agentes multiplicadores (sugere-se o investimento nos agentes de saúde, já existentes).

A partir dos resultados do presente trabalho, recomenda-se que:

- Uma Gestão de RSU deve sempre priorizar a minimização em todos os pontos geradores, como também colocar como prioridade atividades permanentes de educação ambiental;
- A implantação de um PGRSU deve ser acompanhada por um monitoramento que permita sua avaliação e a execução de eventuais mudanças;
- Investigar outras alternativas que possam ser empregadas no reaproveitamento, no tratamento e na disposição dos RSU.
- O município deve implantar legislação adequada que permita que o sistema de Gestão de RSU funcione.
- Para o Sistema de Coleta é importante que se levante roteiros, veículos e recipientes alternativos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, C. (2001). **Política de resíduos tramita lentamente**. Notícias - Especial para a Gazeta Mercantil . Disponível em: <http://www.kapaz.com.br/residuos/index.htm>. Acesso em: 27març. 2002.

-

ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003.

ARAÚJO, V. S. **Gestão de Resíduos Especiais em Universidades**: Estudo de Caso da Universidade Federal de São Carlos. 2002. Dissertação – Engenharia Urbana, Campus de São Carlos, São Carlos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR nº 10004**. Resíduos Sólidos: Classificação, norma brasileira, Rio de Janeiro, 1987.

BARROS, R. T. de V. et al. Limpeza Pública. In: ____ **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**, 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. p. 181-208.

BERNARDES, R. S. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos pelas Municipalidades Holandesas**. Anais Assemae. 1997.

BERTOLLO, S. M.; FERNANDES JÚNIOR, J.L.; SCHALCH, V. Benefícios da Incorporação de Borracha de Pneus em Pavimentos Asfálticos. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nº XXVIII, 2002. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>>. Acessado em: 16 junho 2003.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: Projeto REENGE, 1999.

BRASIL. Lei 6.938, de 31. 08. 81. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução no 257, de 30 de junho de 1999. Brasília, Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1999.

CASTELLANO, E. G.; CHAUDHRY F. H. **Desenvolvimento Sustentado**: problemas e estratégias. Projeto REENGE. São Carlos: EDUSP, 2000. 1º Edição, p. 107-113.
CECAE. **Minimização de Resíduos**. Disponível em <<http://www.cecae.usp.br/recicla>>
Acesso em: 20 de fev. 2003.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Diretoria de controle de poluição. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares Relatório Síntese V.01, jan. 2000. <<http://www.ecolnews.com.br/inventario-Cetesb.htm>>, Acessado em: 16 jan. 2002.

CHARACTERIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE UNITED STATES (1997). Prepared for U.S. Environmental Protection Agency Municipal and Industrial Solid Waste Division Office of Solid Waste Report No. EPA530-R-98-007 by Franklin Associates, Ltd. Prairie Village, KS May, 1998.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CNUMAD) (1996). AGENDA 21. Brasília – Senado Federal, Sub-secretaria de Edições Técnicas.

DE AGELIS NETO, G. **As Deficiências nos Instrumentos de Gestão e os Impactos Ambientais Causados por Resíduos Sólidos Urbanos**: O Caso de Maringá/PR. 1999. Tese - Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

DE ALENCAR, B. S. **Programa de Coleta Seletiva e Incentivo à Reciclagem de Resíduos Sólidos no Município do Cabo de Santo Agostinho**: Modelo Social e Participativo. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Seguro. Trabalhos Técnicos. Porto Seguro: SILUBESA, 2000. p. 1390. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos).

DE LUCA, S. J. (2000). O Lixo e o Meio Ambiente nas Administrações Municipais Brasileiras. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Seguro, 2000. Trabalhos Técnicos. Porto Seguro: SILUBESA, 2000 p. 1390. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos)

DEMAJOROVIC, J.(1996) A Evolução dos Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos e seus Instrumentos: Política Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais. Cadernos Fundap: 20 Revista da Fundação de Desenvolvimento Administrativo: São Paulo: SP.

DIAS, S. M. F.; NUNESMAIA, M.de F. da S. (1995) Diretrizes para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cidades de Pequeno Porte. 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: (1a. Feira Internacional de Tecnologia de Saneamento Ambiental - ABES), Salvador – BA.

ECONEW. DOCUMENTOS HISTÓRICOS: Relatório Cetesb (1988). Disponível em:< FERREIRA, A. B. H. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S/A., 1986. 2ed.

Fundação Estadual do Meio Ambiente/FEAM. Como destinar os Resíduos Sólidos Urbanos. Belo horizonte: FEAM, 2002. 45p. Série Manual n.1.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento** – Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/pub/manusane/manusan00.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2002

GOMES, L. P. et al. Trincheiras em Série para a Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos. In: (Org.) CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades** (Coletânea de Trabalhos Técnicos). São Carlos: RiMa, 2002. p. 29-35.

GRNOW, B. et al. Waste Minimization in the East Midlands. **Wastes Management IWM Proceedings**, p.14-22, July,1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. INDICADORES SOCIAIS MÍNIMOS (IBGE). **Notas Sobre os Indicadores**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/notasindicadores.shtm>>. Acesso em 16 de jan. de 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT & Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Manual de Gestion Integral de Residuos Solidos Urbanos. Montevideo**: CEMPRE. 1998 (Edição adaptada CEMPRE Uruguai)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT & COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/ CEMPRE. 1995.

ITAMOGI. Lei n.º 615/95. Institui o Código de Posturas no Município de Itamogi, Estado de Minas Gerais e dá outras providencias. 1995.

KAPAZ. **Relatório Preliminar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (versão II – 2002)**. Disponível em: <<http://www.kapaz.com.br/residuos/index.htm>>, Acesso em 03 de mar. 2002.

LANGE, L. C. et al. Implantação e Operação de Um Aterro Sustentável para Pequena Comunidade. In: (Org.) CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades** (Coletânea de Trabalhos Técnicos). São Carlos: RiMa, 2002. p. 29-35.

LEITE, W. C. de A. et al. Gestão de Resíduos Sólidos – Arranjos Institucionais, Aspectos Legais e Mecanismos de Financiamento: A Experiência Brasileira, Porto Seguro, 2000. In: SILUBESA. **Trabalhos Técnicos**. Porto Seguro: ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos). 2000. p. 1390.

LEMONS et al. **Sudoeste Mineiro: Desafios e Potencialidades**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/ Faculdades de Ciências Econômicas/Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2002. 113 p. Diagnóstico Regional realizado pela ADEBRAS.

MACEDO, M. A. de A. (1997). Proposta Metodológica de Programa de Educação Ambiental com Enfoque na Iso-14001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, TEMA CENTRAL: SANEAMENTO AMBIENTAL: AMBIENTE DE NEGÓCIOS OU NEGÓCIO AMBIENTAL?, 19º, 2ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental – Fitabes, 1997, Foz do Iguaçu. **Trabalhos Técnicos**. ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Capítulo Nacional da AIDIS.

MAIA, R. Brasil recicla 7,5 milhões de pneus. Disponível em: Oportunidades pneus. <<http://www.sebrae-sc.com.br>> . Acesso em: 06 de nov. de 2002.

MANDELLI, S. M. de C. Variáveis que interferem no comportamento da população urbana no manejo de resíduos sólidos domésticos no âmbito das residências. São Carlos: UFSCar, 1997.

MILANEZ, B.; THIEMANN, F. T.; LEME, P. C. S. Componentes Perigosos no Lixo Doméstico. São Carlos: UFSCar/ Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, 2000. Trabalho apresentado na disciplina Gestão de Resíduos Sólidos.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>, Acesso em: 22 fev. 2002.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), 2001. Rio de Janeiro.

MOTTA, M. L. A. et al (1997). Planejamento de Roteiros de Coleta Seletiva. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, TEMA CENTRAL: SANEAMENTO AMBIENTAL: AMBIENTE DE NEGÓCIOS OU NEGÓCIO AMBIENTAL? . 2ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento

Ambiental –Fitabes. Foz do Iguaçu. 1977. **Trabalhos Técnicos**. ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Capítulo Nacional da AIDIS.

OGDEN, S. (1999). The challenges ahead in household hazardous waste management: The First in a series of three articles looking at issues and initiatives in the management of household hazardous waste by of the NHHWF. *Wastes Management* (Agosto de 1999).

PEREIRA, L. O. M. (1997) Proposta para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos em Belém. Anais da 19º Congresso Brasileiro Engenharia Sanitária e Ambiental FITABES: (ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), Foz do Iguaçu-Pr, pp 175.

PESSIM, N. et al. Concepção e Implantação de Células Piloto de Aterramento de Resíduos Sólidos. In: (Org.) CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades** (Coletânea de Trabalhos Técnicos). São Carlos: RiMa, 2002. p. 13-17.

PESSIM, N. et al. Concepção e Implantação de Células Piloto de Aterramento de Resíduos Sólidos. In: (Org.) CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades** (Coletânea de Trabalhos Técnicos). São Carlos: RiMa, 2002. p. 13-17.

PESSIN, N. et al. Aterramento Celular de Resíduos Sólidos Domésticos em Municípios de Pequeno Porte. In: (Coord.) CASTILHOS JUNIOR, A. B.– Programa de Saneamento Básico – PROSAB. Rede de pesquisa em Resíduos Sólidos. Relatório Parcial de Atividades. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2001. p.77-78.

PORTAL MINAS: Disponível em: < <http://www.almg.gov.br/munmg>>. Acesso em: 20 out. 2002.

RIVIERA DE SÃO LOURENÇO. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <<http://www.rivieradesaolourenco.com/coleta1.htm>>. Acesso em: 30 de jun. 2003.

RUFFINO, P.(2001) Proposta de educação ambiental como instrumento de apoio à implantação e manutenção de um posto de orientação e recebimento de recicláveis secos em uma escola estadual de ensino fundamental. Dissertação de Mestrado (Programa de Hidráulica e Saneamento-EESC/USP Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>> . Acesso em: 12 de ag. 2002.

SILVA, I. P. de Vasconcelos. **Percepção da População Usuária no Gerenciamento Integrado de Resíduos Urbanos em Municípios de Pequeno e Médio Portes**. São Carlos, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos.

SOARES, S. R.; LUPATINI, G.; CASTILHOS JUNIOR, A. B. de. Sistema de Apoio à Decisão (SAD) em seleção de Áreas de Aterros Sanitários para Pequenas Comunidades In: (Org.) CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos para Pequenas Comunidades** (Coletânea de Trabalhos Técnicos). São Carlos: RiMa, 2002. p. 3-12.

TEIXEIRA, B. A. do N. Gestão de Resíduos Sólidos: Desafios para as cidades. In: DE CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Org.). **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro: UNESP – IGCE – Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN, 2001. p. 77-85.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **Projeto Básico da Unidade de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos - Modelo LESA URC A2**. Programa Minas Joga Limpo. Viçosa: Departamento de Engenharia Civil e Laboratório de Engenharia Sanitária, 1997. 14p. Projeto realizado para o Município de Pratápolis-MG.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. INTRODUCTORY POLLUTION PREVENTION MATERIALS. National Pollution Prevention Center for Higher Education. **Pollution Prevention Concepts and Principles**. Michigan, 1995.

WEB-RESOL. **Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales**. Organização Panamericana de Saúde – OPAS/CEPIS/OMS.. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>>. Acessado em: 30 mar. 2002a.

WEB-RESOL. **Subsídios para a formulação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos. Proposta de Moção** (1997). Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: <<http://www.resol.com.br/textos/CONAMA-pol%20de%20res.htm>> Acessado em: 30 mar. 2002b.

WIEDEMANN, U.H. **Lixo na Alemanha**. Rio Janeiro: Viveiros de Castro Editora Ltda, 1999.

ANEXO 1

DESCRIÇÃO DA UTC PROPOSTA PARA ITAMOGI

O projeto da Unidade de Triagem e Compostagem apresenta os seguintes módulos: Escritório/Banheiros/Copa/Cozinha; Galpão para Recepção e Triagem; Galpão para Recicláveis; Pátio de Compostagem; Aterro de Rejeitos; Sistema de Tratamento de Efluentes e Lixiviados.

- Escolha da área para implantação da UTC

O local escolhido para implantação da UTC e aterro de rejeitos foi a atual área do lixão, esta escolha se deve:

- a proximidade com o perímetro urbano;
 - necessidade de recuperar o lixão, minimizar riscos ambientais e desta forma acabar com os problemas apresentados na caracterização do município;
 - a gleba já ser de propriedade da Prefeitura Municipal o que evita desapropriação de outra área, uma vez que esta não conta com recursos disponíveis para isto;
 - estar a 3 Km do centro urbano, não aumentando assim gastos com transporte;
 - o acesso ao local se dá parte pela rodovia MG-857 e o restante por uma estrada sem pavimentação em boas condições;
 - a água para suprir a UTC será fornecida pelo serviço de abastecimento de água COPASA;
 - o local apresenta topografia semi-plana, permitindo a locação dos módulos componentes da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC);
 - as habitações mais próximas ficam a 250 m;
 - existir a disponibilidade de energia através de rede trifásica que atravessa a área;
 - estar fora da região de tendência de crescimento da zona urbana;
 - não estar inserida em domínio de preservação ambiental;
 - não haver possibilidade de inundação no local;
 - existência de jazida de solo argiloso próxima à área.
- O aterro de Rejeitos

O aterro de rejeitos será na própria área destinada à implantação da UTC. Este receberá os rejeitos já prensados oriundos dos processos de triagem e compostagem realizados na UTC.

O aterro de rejeitos consiste em trincheiras escavada no próprio solo, apresentado 5m (largura) por 3m (profundidade). O fundo da trincheira receberá impermeabilização de solo argiloso de 40 cm de espessura e laterais (taludes) 20cm.

O material deverá ser aterrado em cama das subseqüentes, devidamente compactado, recebendo recobrimento diário (com solo de característica argilosa). A medida em que for se esgotando a capacidade da vala, deverá ser realizado um recobrimento final, com espessura de 20 a 30cm, sobre o qual deverá ser realizada uma composição paisagística.

O aterro de rejeitos, pelo fato de receber pouca matéria orgânica, terá uma operação simplificada e de baixo custo, não necessitando da execução de sistemas de captação e tratamento de gases e lixiviados (chorume).

- Condições de Acesso à Área

O acesso ao local é feito através da rodovia asfaltada MG 857, outra parte em estrada de terra em boas condições, garantindo a circulação de veículos (caminhões) durante todo o ano. Conforme Figura 01.



Figura 01 – Rodovia MG-587 e estrada de acesso à área.

- Sondagem

Foram executados dois furos a trado para reconhecimento inicial do solo e profundidade do lençol freático. Os furos chegaram a profundidade de 7m não atingindo o lençol freático. O solo apresentou um coeficiente de permeabilidade alto que será corrigido com a impermeabilização do fundo das valas com solo argiloso.

- Drenagem

A área referente à implantação UTC deverá ser drenada como o intuito de se evitar o empoçamento e permitir o rápido escoamento das águas pluviais. As águas pluviais deverão ser desviadas e encaminhadas para locais que não afetem a operação da UTC.

As trincheiras foram posicionadas de forma que ficassem o mais distante possível dos corpos d'água existentes nas áreas vizinhas e facilitasse a drenagem.

- Localização, Quantificação e Caracterização das Jazidas de Material para Recobrimento e impermeabilização do Aterro de Rejeitos

O solo argiloso a ser utilizado no recobrimento e impermeabilização do aterro de rejeitos será retirado na Fazenda Jaboticabal que está a 5 Km da área do aterro. A jazida dispõe de material suficiente para utilização ao longo dos próximos 15 anos de operação. O solo argiloso apresenta boas condições de compactação e impermeabilização.

- Sistema de Isolamento da Área

A área destinada à implantação da UTC será isolada com cerca de arame farpado, utilizando-se mourões de concreto, garantindo-se assim condições de maior segurança. Será executada, ainda, uma cortina vegetal de características fechada e alta, intercalada por vegetação média e baixa, acompanhando todo o perímetro do terreno.

- Abastecimento de Água e Fornecimento de Energia Elétrica

A água será fornecida pelo Serviço de Abastecimento de Água, COPASA. A energia elétrica será fornecida pela Rede trifásica que atravessa a área destinada a implantação da UTC.

- Equipamentos e Veículos Previstos

A coleta de lixo na zona urbana é efetuada diariamente, por meio de 01 (um) caminhão compactador e 02 (dois) tratores com carreta, sendo feita de segunda a sábado.

A coleta se realizará em caminhão que não promova a compactação, em dias alternados para os resíduos úmidos e uma vez por semana os resíduos secos. Na UTC, serão utilizados os seguintes equipamentos como bica de descarga; prensa hidráulica de eixo vertical; termômetro; carrinhos metálicos.

- Localização e Descrição do Galpão para Materiais Recicláveis

Área coberta, destinada à instalação da prensa enfardadeira que tem como objetivo a redução do volume dos materiais, otimizando, assim, a capacidade do depósito de recicláveis, bem como a capacidade de carga dos veículos transportadores, e para estocagem dos fardos de papel e papelão e os demais materiais recicláveis (vidros, plásticos, filmes e rígidos, garrafas, fardos de metais e outros materiais avulsos) para posterior venda. Este galpão será coberto, a fim de se evitar a perda e/ou desvalorização do material estocado.

A prensa enfardadeira também será utilizada para prensagem dos rejeitos que iram para o aterro a fim de que se reduza o volume e não se necessite de outros equipamentos para compactação.

- Pátio de Compostagem

Trata-se de uma área pavimentada, devidamente impermeabilizada, onde a fração orgânica proveniente do lixo urbano será submetida ao processo de compostagem (degradação e humificação). Deverá apresentar uma área total de 1.700 m², suficiente para atender ao horizonte de projeto, conforme memória de cálculo.

- Destino para o composto orgânico produzido na UTC e matérias recicláveis.

A produção do composto orgânico (húmus) é obtida através do processo de compostagem. Vale enfatizar, que somente por meio dos processos aeróbios e controlados é que pode-se ter a produção satisfatória desse material, que é o produto mais estável das transformações da matéria orgânica.

O composto orgânico exerce profundos efeitos nas propriedades do solo, os quais, por sua vez, resultam no aumento da produtividade vegetal. Esse fato confere ao

composto orgânico indicação para aplicações e usos em diversas atividades tais como : horticultura, fruticultura, produção de grãos, recomposição de áreas verdes de parques, jardins e “playgrounds”, projetos paisagísticos, reflorestamento, hortos e produção de mudas, recuperação de solos esgotados, controle de erosão, proteção de encostas e taludes, cobertura de aterros, etc.

As faixas de aplicação variam de acordo com as características do próprio composto, do solo, do clima, com o tipo de cultura agrícola, a forma de adubação, dentre outros aspectos. Desse modo, para cada uso do composto é requerida uma taxa de aplicação específica, como, por exemplo: nas atividades agrícolas, o valor médio de aplicação tem sido de 15 t/dia, para as aplicações por lance. As aplicações por cova restringem-se a taxas de 2 a 10 litros por cultura.

- Vida Útil da UTC

O sistema, dimensionado para atender a um horizonte de projeto de 15 anos (mínimo), é de concepção modular, podendo sofrer ampliações futuras caso seja necessário. Dessa forma, a vida útil do sistema será superior ao horizonte de projeto face à disponibilidade de área, já de propriedade da Prefeitura.

- Uso Futuro da Área (plano de encerramento/desativação)

O tema uso futuro da área tem sido mais abordado quando a solução envolve o enterramento de resíduos (aterros). Com relação às soluções que envolvem a incineração ou as unidades de triagem e compostagem não terá muito sentido esta preocupação pelos seguintes motivos:

- os projetos tem vida útil média de 15 anos;
- as previsões da população futura de projeto apresenta folga média de segurança de 20%;
- os projetos são modulares, podendo ser facilmente expandidos ao fim da sua vida útil média prevista;
- na pior hipótese de ser previsto o esgotamento da capacidade operacional da UTC, um projeto complementar poderá ser implantado de forma que o projeto inicial, bem como sua área de implantação, continuem a ser utilizados para a mesma finalidade.

Quanto ao aterro de rejeitos da UTC, esse se enquadrará dentro do que o “Estado da Arte” já prevê para o uso futuro dessas áreas no ato do esgotamento de sua capacidade, que é compactação final, cobertura com camada de composto orgânico e revegetação (para os aterros de rejeitos).

É comum nessas áreas de aterro, ao término da obra, a recuperação do paisagismo do local e a reintegração ambiental, objetivando-se a criação de áreas de lazer (parques, hortos, etc.).

- Número de funcionários e procedimentos previstos

A UTC operará com 07 funcionários, dos quais 05 trabalharam na triagem e 02 serão responsáveis pelo transporte da matéria orgânica até as leiras e revolvimento destas.

- Plano de Monitoramento da UTC

A UTC terá uma fiscalização constante no que diz respeito aos funcionários, quanto ao procedimento que realizarão na UTC, equipamentos de segurança e vacinas que deverão receber.

Quanto ao aterro de rejeitos caso ao longo do processo de aterramento se julgue necessário serão construídos poços de monitoramento à jusante da área do aterro.

- Equipamentos

Para o enfardamento de materiais recicláveis, será usada uma prensa hidráulica vertical (papéis, papelão e plásticos) com capacidade de 5 a 10 fardos/hora, para diminuir espaço de depósitos e aumentar o valor de revenda dos materiais pelo menor custo de transporte dos mesmos. A prensa possui uma estrutura em chapas de aço 1010/20 laminadas e dobradas de ¼ de polegada e vigas em “I” de 6”x 3/4”, soldadas. Comprimento de 1,00 m e largura de 1,16 m e altura de 2,85 m. Motor de 5,0 CV, trifásico 4 pólos e acionamento composto por conjunto de bomba e comando simples. Possui um sistema expulsor de fardos, que permite a retirada dos mesmos após sua amarração.

Quadro 4.16 – Sistematização do PGRSU em Itamogi.

Tipo de Resíduo	Situação Atual	Possíveis Soluções	Recursos Necessários (pessoal/equipamentos)		Custos		Responsáveis	Prazo de implantação	Obstáculos/ dificuldades
			Implantação	Operação	Implantação	Operação (Custo mensal)			
RSU		<ul style="list-style-type: none"> Minimização Educação Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> LEVs Material p/ divulgação 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Organização de catadores Agentes de Saúde 	R\$ 5500,00	R\$ 1000,00	PMI	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> Participação da população
RSD e RCI	<ul style="list-style-type: none"> Coleta Convencional Lixão 	<ul style="list-style-type: none"> Coleta Seletiva UTC Aterro Sanitário para rejeitos 	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e Equipamentos da Unidade de Triagem e Compostagem Aterro de rejeitos 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta e UTC Caminhão sem compactação 	R\$ 103000,00	R\$ 6800,00 + R\$ 1000,00	PMI	1 ano	<ul style="list-style-type: none"> Participação da população na separação para coleta seletiva Baixa utilização do composto por desconhecimento de suas vantagens A qualidade do composto pode não ser aceitável Rejeição pela forma de desenvolver a compostagem.
		<ul style="list-style-type: none"> Coleta Convencional Aterro Sanitário em valas LEVs para materiais recicláveis 	<ul style="list-style-type: none"> LEVs Aterro sanitário 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta e manutenção dos LEVs Caminhão compactador 	(****)	R\$ 6800,00 + R\$ 3700,00	PMI	6 meses	<ul style="list-style-type: none"> Maior área para disposição Maior controle do aterro Participação da população na entrega de recicláveis nos PEVs.
		<ul style="list-style-type: none"> Coleta seletiva Utilização da matéria orgânica p/ alimentação de suínos Vermicompostagem Aterro sanitário p/rejeitos 	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e Equipamentos para criação de suínos Estrutura p/ vermicompostagem Aterro de rejeitos 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta Caminhão sem compactação Criadores particulares (suínos, vermicompostagem) 	n.d.	n.d.	PMI	Médio prazo	<ul style="list-style-type: none"> Participação da população na separação para coleta seletiva Requer pessoal técnico capacitado Risco à saúde pública Alto investimento inicial Exige monitoramento sanitário permanente Resistência da população em ingerir carne destes suínos
RCD	<ul style="list-style-type: none"> Coleta pela PMI Lixão ou uso em estradas e aterros 	<ul style="list-style-type: none"> Coleta pela PMI (com cobrança) Acúmulo em área específica Eventual trituração Uso em estradas ou como agregado 	<ul style="list-style-type: none"> Área disponível Britadeira particular disponível 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta Veículo coletor Pá carregadeira Caminhão basculante 	∅	(*)	PMI	1 mês	<ul style="list-style-type: none"> Conscientização dos geradores para seleção dos materiais
RSV	<ul style="list-style-type: none"> Coleta convencional Lixão 	<ul style="list-style-type: none"> Coleta em dias pré-determinados Acúmulo em área coberta para posteriormente serem reutilizados em alguma atividade 	<ul style="list-style-type: none"> Área coberta para acúmulo do material 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta Veículo coletor 	∅	(*)	PMI	2 anos	<ul style="list-style-type: none"> Participação da população na separação para coleta
RSP	<ul style="list-style-type: none"> Coleta convencional Lixão 	<ul style="list-style-type: none"> Coleta seletiva e utilização para recuperação de áreas degradadas ou solos pobres 		<ul style="list-style-type: none"> Gerente funcionários coleta Veículo coletor 	∅	(*)	PMI	1 mês	
RSS	<ul style="list-style-type: none"> Coleta seletiva Queimador 	<ul style="list-style-type: none"> Coleta seletiva e aterramento em vala séptica 	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura da vala séptica 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Funcionários coleta Veículo coletor 	(**)	R\$ 100,00 (***)	PMI	1 ano	

(*) incluídos nos R\$ 6.800,00 (custo atual do sistema de limpeza existente) (**) incluídos nos R\$ 103.000,00

(***) custo atual já incluído nos R\$ 6800,00 (custo atual do sistema de limpeza existente) (****) Já incluído nos R\$ 3700,00 (custo de operação)

/ n.d. não determinado / ∅ Não se aplica