

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMÉSTICOS COM COMPOSTAGEM PARA
LONDRINA, PR**

RENATO PIANOWSKI DE MORAES

**ORIENTADOR
PROF. DR. PAULO JORGE MORAES FIGUEIREDO**

**SANTA BÁRBARA D'OESTE – SP
Agosto de 2012**

RENATO PIANOWSKI DE MORAES

**DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS DOMÉSTICOS COM COMP OSTAGEM PARA
LONDRINA, PR**

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção, na Área de Concentração em Gestão Ambiental e Energética.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo

(Direitos Cedidos à Universidade Metodista de Piracicaba)

**SANTA BÁRBARA D'OESTE – SP
Agosto de 2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M827d Moraes, Renato Pianowski de.

Definição de um sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos com compostagem para Londrina, Pr. / Renato Pianowski de Moraes. – Santa Bárbara D’ oeste., 2012.
203 f. : il.

Orientador: Paulo Jorge Moraes Figueiredo.

Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Compostagem – Teses. 2. Gestão Integrada – Resíduos sólidos – Teses. I. Figueiredo, Paulo Jorge Moraes. II. Universidade Metodista de Piracicaba. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 628.4

DEFINIÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS COM COMPOSTAGEM PARA LONDRINA, PR

RENATO PIANOWSKI DE MORAES

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção, na Área de Concentração em Gestão Ambiental e Energética.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo
UNIMEP

Orientador - Presidente da Banca

Prof. Dr. Fábio Cesar da Silva
EMBRAPA / CNPTIA - FATEC

Prof. Dr. Antonio Garrido Gallego
UNIMEP

Profa. Dra. Irene Domenes Zapparoli
UEL

Prof. Dr. Íris Bento da Silva
UNIMEP

Santa Bárbara d'Oeste, 29 de agosto de 2012.

Ao Deus de todas as crenças, dos evangélicos: metodistas, batistas e presbiterianos. Ao Deus dos muçulmanos, católicos, messiânicos, budistas e espíritas, o Deus da oração rosa-cruz “Deus do meu coração da minha compreensão”. Esse Deus Universal que nos une a todos e que me deu forças e conforto para chegar até este dia.

A minha esposa, Eunice e a meus filhos Luiz Alfredo e Daniel pelo incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo que aceitou meu projeto e cujo auxílio foi fundamental para refinamento do trabalho, sabendo refrear, oportunamente meus impulsos e dando mais racionalidade ao assunto tratado.

Agradeço aos componentes da banca em especial ao Prof. Dr. Fábio Cesar da Silva que foi instigador do tema de compostagem, direcionando o trabalho, à Profa. Dra. Luciene de Barros Lorandi Silveira Lara que valorizou o trabalho quanto a forma, ao Prof. Dr. Íris Bento da Silva, incentivador no tema de meio ambiente durante os créditos e a Profa. Dra. Irene Domenes Zapparoli por incentivar e fazer parte da banca num tema que tanto a atrai e finalmente a Prof. Dra. Marcia Regina Gabardo da Câmara pelo apoio incansável.

Agradeço também aos professores remanescentes e ingressantes, aos alunos do programa e ingressantes, que após a crise da UNIMEP de 2008 souberam bravamente se unir, perseverar e deixando de lado divergências pessoais lutar pela manutenção do programa, alternando-se na direção sempre buscando o melhor para os Unimepianos, esta fraternidade a qual tenho a honra de pertencer.

**“à humanidade não se coloca problemas
que não tenha como resolver”
Karl Marx**

MORAES, Renato Pianowski de. **Definição de um sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos com compostagem para Londrina, Pr.** 2012. 203 f. (Doutorado em engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2012.

RESUMO

O presente trabalho analisa a inserção da compostagem como elemento central para propostas de sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos no Município de Londrina Estado do Paraná. Considerando as características agrícolas do Brasil, o modelo proposto apresenta perspectivas de aproveitamento destes resíduos em todo país. A partir de um levantamento das potencialidades desta modalidade de tratamento de resíduos, em face da predominância de componentes orgânicos, na geração de resíduos sólidos urbanos, e da vocação agrícola do Brasil, busca-se analisar elementos para a aplicação desta técnica nos sistemas integrados de gestão de resíduos. Dentre os elementos considerados nessa avaliação, destacam-se tanto os benefícios ambientais decorrentes desta modalidade, como os aspectos econômicos, sociais e a motivação que esta técnica oferece para a conscientização ambiental. Entre as limitações genericamente apresentadas encontram-se a baixa atratividade do composto comparado aos fertilizantes químicos concorrentes, no que diz respeito à eficácia desses no uso agrícola; a disponibilidade de áreas para implantação de algumas técnicas de compostagem, particularmente as mais rústicas, que exigem muita mão de obra, além dos problemas inerentes ao manejo exigido. Vale destacar que a compostagem tem sido sistematicamente alvo de *lobbies* do setor de fertilizantes químicos e das próprias empresas de aterragem de lixo, uma vez que a difusão desta técnica representa uma ameaça à esses mercados. A ausência de trabalhos com um perfil integrativo nos conduziu à abordagem deste tema. Diante do exposto, este trabalho apresenta uma análise detalhada dos aspectos referentes à implantação desta técnica e das políticas (PNRS) e mecanismos econômicos necessários e as perspectivas da pesquisa sobre o tema e a sua difusão no estado do Paraná, em particular para Londrina-PR., inserida em sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos.

Palavras Chave: Compostagem. Gestão integrada de resíduos sólidos. Londrina, Estado do Paraná

MORAES, Renato Pianowski of. **Definition of a waste management system domestic solid with compost to Londrina, Pr.** 2012. 203 f. (Doctorate in Production Engineering) - Graduate Program in Engineering Production, Methodist University of Piracicaba, São Paulo, 2012.

ABSTRACT

This study examines the inclusion of composting as a central element in proposals for integrated management system of solid waste in Municipality Londrina State of Paraná. Considering the agricultural characteristics of Brazil, the model has prospects utilization of waste across the country from a survey of the potential of this modality of treatment of waste, given the predominance of organic components in waste generation, particularly in urban waste, and agricultural vocation of Brazil, seeks to analyze elements for the application of this technique in integrated systems waste management. Among the elements considered in this assessment, we highlight the environmental benefits of this modality, as well as the economic, social and motivation that this technique provides for environmental awareness. While limitations are generally given the low attractiveness of the compound compared to chemical fertilizers competitors, with respect to efficiency in agricultural use; the limited availability of areas for deployment of certain techniques of composting, particularly beyond the most rudimentary, labor-intensive, of the problems inherent in management required. It is worth noting that the composting process has been systematically targeted by lobbyists in the fertilizer industry and chemical companies own landing garbage, since the diffusion of this technique poses a threat to these markets. The absence of studies with a profile integrative approach led us to this subject, because existing jobs are generally focused on recycling. Given the above, this paper presents a detailed analysis of aspects relating to the implementation of this technique, and policies and economic mechanisms necessary and perspectives of research about the theme its dissemination particularly in the area of Londrina, inserted in integrated management of solid waste.

Keywords: Composting. Integrated waste management. Solid waste. Londrina, state of Paraná.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mudanças ocorrentes nos principais parâmetros de controle durante as fases de compostagem.....	57
Figura 2 - Croquis para área de compostagem (sugestão do autor).....	62
Figura 3 - Sistema de aeração forçada.....	64
Figura 4 - Foto Aeroporto de Londrina/aterro controlado desativado, Londrina-PR, 2008.....	72
Figura 5 - Foto pedreira antigo depósito de entulhos, Londrina-PR, 2008.....	74
Figura 6 - Foto antiga Central de Galhos, Londrina-PR, 2008.....	77
Figura 7 - Composição gravimétrica, Londrina-PR, 2005.....	80
Figura 8 - Fotos modificadas carrinho coletor / carrinho elétrico, Londrina - PR, 2008, 2009.....	82
Figura 9 - Bandeiras e seus monturos, Londrina-PR, 2008.....	83
Figura 10 - Mapa das 'bandeiras' localizadas por sub-bacia, Londrina-PR, 2009.....	83
Figura 11 - CEPEVE - prensas, Londrina-PR, 2008.....	84
Figura 12 - Vista parcial da primeira célula do CTR - tubulação e Membrana, Londrina, 2010.....	89
Figura 13 - Célula 1 com nova manta e pedras marroadas, CTR, Londrina, 2010.....	90
Figura 14 - Uma das células do barracão de compostagem CTR, Londrina, 2010.....	90
Figura 15 - Usina de triagem, CTR, Londrina, 2010.....	91
Figura 16 - Usina de triagem detalhe esteiras, CTR, Londrina, 2010.....	91
Figura 17 - Disposição de Resíduos na Primeira Célula detalhe, CTR, Londrina, 2011.....	92
Figura 18 - Barracão de compostagem resíduos misturados e ensacados, CTR, Londrina, 2011.....	92
Figura 19 - Usina de triagem detalhe esteira de entrada e resíduos, CTR, Londrina, 2011.....	93
Figura 20 - Forno e moinho de material autoclavado da Serquip, Kurica, Londrina, 2011.....	96

Figura 21 - Barracão de seleção de recicláveis e orgânicos esteiras, Kurica, Londrina, 2011	97
Figura 22 - Barracão de recicláveis fardos de papel, Kurica, Londrina, 2011	97
Figura 23 - Baías de compostagem detalhe na direita grelha, Kurica, Londrina, 2011	98
Figura 24 - Triturador de entulho, Kurica, Londrina, 2011	98
Figura 25 - Pedra 1, Kurica, Londrina, 2011	99
Figura 26 - Areia ecológica, Kurica, Londrina, 2011	99
Figura 27 - Pilha de cavacos barracão coberto, Kurica, Londrina, 2011	100
Figura 28 - Leira de compostagem revolvida vapores emanados, Kurica, Londrina, 2011	100
Figura 29 - Leira de compostagem estabilizada, Kurica, Londrina, 2011	101
Figura 30 - Vala de aterramento de rejeitos manta e dreno, Kurica, Londrina, 2011	101
Figura 31 - Aterro controlado de Iguatemi, Maringá-PR, 2009.....	103
Figura 32 - Aterro / lixão e a presença de catadores, Maringá-PR, 2007	104
Figura 33 - Medidas de recuperação do aterro/ lixão, Maringá-PR, 2007.....	105
Figura 34 - Caminhão coletor da coleta seletiva apoio, Maringá-PR, 2007	107
Figura 35 - Projeto-Piloto - barracão, células, injeção de oxigênio líquido, Maringá-PR, 2007.....	107
Figura 36 - Detalhe do tratamento e de área recuperada, Maringá-PR, 2007	108
Figura 37 - Aterro: células, peneira e composto, Maringá-PR, 2007	109
Figura 38 - Aterro: área em tratamento e área recuperada, Maringá-PR,2007.....	109
Figura 39 - Região Metropolitana de Curitiba-PR, 2009	111
Figura 40 - Aterro da Lamenha Pequena - vertentes norte e sul, Curitiba-PR, 2010.....	113
Figura 41 - Vala Séptica - Resíduos de Saúde, Curitiba-PR, 2010.....	115
Figura 42 - Aterro controlado da Caximba, Curitiba-PR, 2009.....	117
Figura 43 - Aterro da Caximba - Frente de trabalho Curitiba-PR, 2009	118
Figura 44 - Aterro da Caximba - lagoas de chorume e taludes, Curitiba-PR, 2009.....	118
Figura 45 - Caminhão de coleta de resíduos recicláveis, Curitiba-PR, 2009	122

Figura 46 - Mapa da coleta de recicláveis Programa Compra de Lixo, Curitiba-PR, 2009	123
Figura 47 - Unidade de valorização de resíduos programas Lixo que não é Lixo e Câmbio Verde, Curitiba-PR, 2009	124
Figura 48 - Caminhão de coleta de resíduos tóxicos, Curitiba-PR, 2009.....	126
Figura 49 - Projeto ECOCIDADÃO - parque de recepção de recicláveis, Curitiba-PR, 2009	131
Figura 50 - Municípios componentes do SIPAR, Curitiba-PR, 2009	132
Figura 51 - Figura passado, o presente e o futuro Consórcio SIPAR, Curitiba-PR, 2009	136
Figura 52 - Esquema das relações interativas entre os subsistemas na gestão pública municipal de resíduos sólidos e o sistema agrícola.....	137
Figura 53 - Bacias Hidrográficas Londrina e Região, 2011.....	141
Figura 54 - Fluxograma de Resíduos, Londrina-PR, 2008.....	155
Figura 55 - Procedimentos para implantação de uma usina de triagem e compostagem	156
Figura 56 - Material antigo ainda estocado misturado, CTR, Londrina-PR, 2012.....	158
Figura 57 - Material antigo já rasgado e misturado CTR, Londrina-PR, 2012.....	158
Figura 58 - Picador e monturo de cavacos fonte de carbono da usina, CTR, Londrina-PR, 2012.....	159
Figura 59 - Monturo de cavacos no detalhe, CTR, Londrina-PR, 2012	159
Figura 60 - Fonte de carbono adicionada a material orgânico processado CTR, Londrina-PR, 2012	160
Figura 61 - Caminhão retirando material compostável da esteira, CTR, Londrina-PR, 2012.....	160
Figura 62 - Caminhão retirando rejeitos e recicláveis da esteira, CTR, Londrina-PR, 2012.....	161
Figura 63 - Peneira da usina de compostagem, CTR, Londrina-PR, 2012	161
Figura 64 - Funcionário abastecendo a esteira de alimentação da usina de compostagem, CTR, Londrina-PR, 2012.....	162

Figura 65 - Leira com presença de restos de sacos plásticos, CTR, Londrina-PR, 2012.....	162
Figura 66 - Leira em fase de revolvimento, CTR, Londrina-PR, 2012	163
Figura 67 - Leira de composto em maturação, CTR, Londrina-PR, 2012.....	163
Figura 68 - Composto curado, CTR, Londrina-PR,2012	164
Figura 69 - Composto curado sendo peneirado fase final, CTR, Londrina-PR, 2012.....	164
Figura 70 - Barracões e usina em primeiro plano e depósito de galhos em segundo plano, CTR, Londrina-PR, 2012.....	165
Figura 71 - Lagoas de chorume (quatro) e uma em construção a esquerda, CTR, Londrina-PR, 2012	165
Figura 72 - Construção da terceira célula, primeira e segunda à esquerda, CTR, Londrina-PR, 2012	166
Figura 73 - Queimador para de metano no topo da primeira célula, CTR, Londrina-PR, 2012.....	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Usinas de triagem e compostagem instaladas no Brasil	68
Tabela 2 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, por Classes de Rendimento Nominal Mensal de Todos os trabalhos, no Município de Londrina – 2000	142
Tabela 3 - Colheita e Valor Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária do Município de Londrina -.2010	143
Tabela 4 - Colheita e Valor Produção dos Principais Produtos da Lavoura Permanente do Município de Londrina.-.2010	144
Tabela 5 - Famílias Pobres, Percentual de Pobreza e Cadastro Único de Londrina – 2010.....	147
Tabela 6 - Receita Tributária Estadual de IPVA e ICMS e (100%) de.Londrina 2003 – 2010.....	148
Tabela 7 - ICMS Arrecadado e Repassado ao Município de Londrina 1996/2010.....	149
Tabela 8 - Coleta de Lixo Doméstico no Município de Londrina.-.2010.....	151
Tabela 9 - Varrição no Município de Londrina -.2010	151
Tabela 10 - Coleta de Lixo Reciclável no Município de Londrina -.2010	152

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ACESF	Autarquia Municipal de Cemitérios e Serviços Funerários
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BMT	Tratamento Mecânico e Biológico
BNH	Banco Nacional da Habitação
CEMPRE	Compromisso Empresarial Para a Reciclagem
CIC	Cidade Industrial de Curitiba
CDR	Combustível Derivado de Resíduos
CLU	Composto de Lixo Urbano
CMTU	Companhia Municipal de Transito e Urbanização
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COCEPE	Central de Pesagem e Venda
COCEPEVE	Cooperativa da Central de Pesagem e Venda
CODEL	Companhia de Desenvolvimento de Londrina
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CONRESOL	Consórcio Regional de Resíduos Sólidos
CONSEMMA	Conselho Municipal de Meio Ambiente
COPERNORTE	Cooperativa de Recicladores da Região Norte
COOPERSIL	Cooperativa de Recicladores da Região Sul
CRAS	Conselho de Referência de Assistência Social
CRE	Certificado de Redução de Emissões
CRU	Composto de Resíduo Urbano
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
CTRI	Central de Tratamento de Resíduos Industriais
EA	Educação Ambiental
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz
FAPESP	Fundo de Pesquisas do Estado de São Paulo
FAS	Fundação de Ação Social
FEPAR	Federação Paranaense das Associações de Produtores Rurais
HRT	Tempo de Residência Hidráulica

IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IDEL	Instituto de Desenvolvimento de Londrina
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
ILS	Instrument Landing System
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico de Social
IPCC	Instituto de Pró-Cidadania de Curitiba
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IPVA	Imposto de Veículos Automotores
ISSQN	Impostos Sobre Serviços de Qualquer Natureza
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
OFMSW	Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Municipais
OGPL	Observatório de Gestão Pública de Londrina
PAVILON	Serviço de Pavimentação de Londrina
PEV	Posto de Entrega Voluntária
PGRS	Plano de Geração de Resíduos Sólidos
PMGRS	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SIPAR	Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos
SIRCLUA	Sistema Inteligente para Recomendação do Composto de Lixo Urbano na Agricultura
SUAS	Sistema Único de Assistência Social

TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
UR	Unidade de Reciclagem
URC	Unidade Recicladora de Compostagem
UVR	Unidade de Valorização de Recicláveis
VERDES	Viabilidade Economia de Reciclagem dos Resíduos
WINDROW	Linhas de Ventilação (Método de Compostagem)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 METODOLOGIA DA PESQUISA	27
3 A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES	30
3.1 Os RESÍDUOS SÓLIDOS - ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS.....	30
3.2 Os RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO CONTEMPORÂNEO.....	31
3.3 Os RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL	31
3.3.1 Políticas e Legislações sobre Resíduos Sólidos no Brasil e no Estado do Paraná.....	33
3.4 DA GESTÃO TRADICIONAL À GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	34
3.5 TÉCNICAS E PROCESSOS EMPREGADOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	40
3.5.1 O Reuso e a Reciclagem de Materiais	44
3.5.2 A Incineração de Resíduos	47
3.5.3 A Aterragem de Resíduos	48
3.5.4 A Compostagem.....	50
3.6 GESTÃO MUNICIPAL E GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	52
3.7 EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS DE COMPOSTAGEM	54
3.7.1 Requisitos Básicos para a Inserção da Compostagem na Gestão Integrada	56
3.7.2 O Processo de Compostagem	57
3.7.2.1 O processo artesanal – compostagem em leiras.....	60
3.7.2.2 A compostagem acelerada em leiras.....	63
3.7.2.3 A ‘compostagem anaeróbica’ por biodigestores	66
3.7.3 A Compostagem no Mundo Contemporâneo - Algumas Experiências de Interesse.....	67
4 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LONDRINA, MARINGÁ E CURITIBA NO ESTADO DO PARANÁ	70
4.1 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE LONDRINA.....	70
4.1.1 A Cidade de Londrina.....	70
4.1.2 Passivos Ambientais	71
4.1.3 As Coletas Especiais.....	74

4.1.4 A Coleta Seletiva.....	78
4.1.5 A Varrição.....	80
4.1.6 As Cooperativas de Catadores.....	81
4.1.7 A Central de Tratamento de Resíduos	86
4.1.8 A Central de Tratamento de Resíduos da Kurica Ambiental (CTR)	94
4.2 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE MARINGÁ	102
4.2.1 A Cidade de Maringá.....	102
4.2.2 Passivos Ambientais	103
4.2.3 As Medidas Saneadoras	104
4.2.4 A Coleta Seletiva.....	106
4.3 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CURITIBA	110
4.3.1 A Cidade de Curitiba e a Região Metropolitana	110
4.3.2 Passivos Ambientais	112
4.3.3 A Coleta Domiciliar.....	120
4.3.4 A Coleta Seletiva.....	121
4.3.5 As Coletas Especiais.....	125
4.3.6 A Varrição.....	129
4.3.7 As Cooperativas de Catadores.....	129
4.3.8 Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos (SIPAR).....	131
5 ELEMENTOS DE UMA PROPOSTA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA LONDRINA, PR.....	137
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA	138
6 ANÁLISE DA VIABILIDADE DA PROPOSTA.....	167
7 CONCLUSÕES	174
7.1 PERSPECTIVAS DE PESQUISA SOBRE O TEMA.....	176
REFERÊNCIAS.....	177
ANEXOS	183
ANEXO A – POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	184
ANEXO B – Tabelas	195
ANEXO C – Memória de Cálculo Verdes.....	197

1 INTRODUÇÃO

Um dos primeiros cuidados para evitar a contaminação verifica-se na Grécia antiga, em Atenas, no ano 500 a.C. Nesse episódio foi decretado que os resíduos deveriam ser jogados a 2 km das muralhas (VILHENA, 2009).

Naquela época era usual consertar e reformar roupas, não descartáveis como hoje, ou consertar e soldar bacias, dada a escassez de matérias-primas e a inexistência do consumismo, e quando estas não tinham mais condições de uso, vendiam-nas aos sucateiros para transformarem-se em novos produtos. Queimava-se lenha e os poucos resíduos restantes do consumo eram juntados às cinzas e eram destinados às hortas, por praticidade e porque não havia ainda a necessidade da coleta de lixo.

Hoje, a maioria dos objetos usados no lar é composta por material sintético como o plástico, fabricado a partir do petróleo, queima-se gás, um combustível de origem fóssil (FIGUEIREDO, 1995). Isto acarreta um tempo muito maior para sua completa desintegração, gerando um passivo ambiental além de ser parte de uma matriz energética finita e ainda em grande parte importada.

A grande diferença é que antes os resíduos basicamente eram orgânicos, e os poucos artefatos compostos de outros elementos eram usados à exaustão, até puírem completamente, ou voltarem novamente ao ciclo produtivo na forma de sucata.

A evolução que vem ocorrendo tem agravantes, como destaca Figueiredo (1995):

No decorrer da história, a população aumenta e se espalha rapidamente, e os resíduos gerados como subprodutos de suas atividades transcendem, à capacidade de adaptação (entendendo-se por adaptação as possibilidades de diluição, regeneração e reintegração dos elementos às cadeias cíclicas naturais do planeta) do meio ambiente, que passa a não mais incorporar estes elementos em seus ciclos originais. Defrontamo-nos agora com um fluxo de elementos artificiais e/ou em altas concentrações, muitos deles tóxicos e nocivos à biosfera, que são depositados a todo o momento em várias regiões e subsistemas do planeta e que, em função da própria dinâmica da natureza, retornam ao ciclo de vida da raça humana nas formas de poluição, radiação, contaminação de alimentos, chuva ácida, efeito estufa, destruição da camada de ozônio etc. (FIGUEIREDO, 1995, p. 48).

A realidade é que, desde há muito tempo, o homem vem gerando muito mais resíduos do que a natureza tem condição de absorver; observa-se proliferar ao redor das cidades os lixões a céu aberto, os depósitos de lixo em alagadiços e aterros que contaminam o meio ambiente. Essas práticas inadequadas poluem corpos d'água, ferem a estética e exalam odores perniciosos e são formadores de vetores de doenças como ratos, moscas e baratas.

Sevá Filho no prefácio de "A Sociedade do Lixo" de Figueiredo (1995) reitera estas afirmações:

Qualquer solução é, portanto, difícilíssima: enquanto não se consegue mudar todo este conjunto de práticas (de emissões de resíduos – Nota do Autor), os problemas vão se avolumando, e aí, as soluções possíveis vão se tornando cada vez mais caras, mas demoradas, num círculo vicioso infernal, numa corrida contra o tempo através de espaços que vão se encurralando, principalmente nas grandes aglomerações urbanas. Levar materiais para mais longe implica em gastar mais combustível com transportes e sacrificar novas porções de território. Uma dialética em que nunca alcançamos a síntese, embora o fundador do marxismo tenha demonstrado que "a humanidade não se coloca problemas que não tenha como resolver. O lixo, até aqui, parece desmentir a afirmativa (SEVÁ FILHO, 1995, p.10).

No cenário atual, em se tratando da destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a parcela orgânica, em geral aterrada, gera grandes problemas ambientais. Estes vão desde a geração de chorume decorrente do processo de decomposição do material à emissão de metano, fruto deste mesmo processo, gerando um duradouro passivo ambiental tanto local quanto em agressão à atmosfera (FIGUEIREDO, 1995).

De certa forma, os benefícios decorrentes do tratamento específico da matéria orgânica presente nos resíduos urbanos, são conhecidos e já motivaram várias implantações de sistemas de compostagem no passado. Entretanto, a ausência de políticas governamentais consistentes para a evolução desses sistemas e de um esforço no desenvolvimento de marcos regulatórios para garantia da qualidade do composto gerado, implicou em uma crítica genérica sobre os sistemas existentes, culminando na redução quase absoluta dessa técnica (FIGUEIREDO, 2009; SILVA, 2009), o que foi parcialmente resolvido com as pesquisas desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(Embrapa), Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Escola Superior Luiz de Queiroz (ESALQ) e outros parceiros (SILVA, 2009).

É necessário considerar-se que existem dois subsistemas no gerenciamento de resíduo sólido urbano para a utilização na agricultura: o subsistema 'gestão urbana' de resíduo urbano doméstico e o subsistema 'agrícola'.

No Brasil, o fator que conduz a produção de compostos de baixa qualidade se relaciona principalmente com a presença de poluentes orgânicos e inorgânicos. A melhoria deste produto resultaria da prática sistemática da coleta seletiva do lixo domiciliar na qual a obtenção do material não colocasse o meio ambiente em risco através de contaminações no subsistema agrícola (GROSSI, 1993; EGREJA FILHO, 1993 apud SILVA, 2009).

Portanto, esse fertilizante orgânico deve ser analisado, para verificar se em sua composição não há substâncias tóxicas e micro-organismos patogênicos elevados, com risco de contaminar os recursos naturais e afetar a saúde pública (SILVA, et al., 2002; KIEHK, 2003 apud SILVA, 2009).

Em países Europeus e nos Estados Unidos, há regulamentos que controlam a presença de metais pesados no composto do lixo, estabelecendo limites máximos destes elementos para que o produto possa ser empregado na agricultura (GROSSI, 1993 apud SILVA, 2009). O uso agrícola dos compostos de resíduos domiciliares é uma alternativa ambientalmente correta. Contudo a aplicação desse adubo orgânico com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas e na manutenção e conservação do solo pressupõe ter boa qualidade, e isto é determinado por uma coleta seletiva adequada, para evitar metais pesados no adubo.

Vale ainda destacar que a compostagem tem sido sistematicamente alvo de *lobbies* do setor de fertilizantes químicos e das próprias empresas de aterragem de lixo, uma vez que a difusão dessa técnica representa uma ameaça ou concorrência a esses setores.

Diante das potencialidades desta modalidade de tratamento de resíduos, observa-se, nos últimos anos, uma reduzida produção científica neste sentido de grande parte da comunidade científica do país e um reduzido incentivo a pesquisas nesta área. Ressalvadas raras exceções como a investigação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária que se iniciou com o objetivo de conhecer a composição dos compostos de lixo produzido nas Unidades de

Reciclagem (UR's) em operação no Estado de São Paulo, padronizar os procedimentos para amostragem de resíduos e compostos, e selecionar/adaptar métodos analíticos que gerem resultados compatíveis com a literatura e, acima de tudo, a legislação internacional.

Com apoio financeiro da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia de São Paulo, Fundação de Pesquisas do Estado de São Paulo (FAPESP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) realizou diversas pesquisas para aprofundar os conhecimentos em processos (biologia) de compostagem e sobre as transformações químicas dos nutrientes e eventuais contaminantes existentes nos compostos produzidos nas distintas Unidades de Reciclagem (URCs) do Estado. Na sequência, mostrou-se fundamental compreender a dinâmica dos nutrientes no solo e sua absorção pelas várias culturas, a persistência dos componentes tóxicos no ambiente e a sua bioacumulação (SILVA, 2009).

Alem disso, desenvolveram um *software* especialista denominado Sistema Inteligente de Recomendação de Uso de Composto de Lixo Urbano na Agricultura (SIRCLUA), a aplicação de técnicas de modelagem e simulação foi a estratégia escolhida para agregar os conhecimentos da equipe, gerando protocolos que serviriam de apoio operacional às URCs e subsidiando a criação de normas e regulações para o uso agrícola de composto de resíduos urbanos.

Realizaram-se diversos estudos de incubação solo/Composto de Resíduo Urbano (CRU) para conhecer os decaimentos da fitodisponibilidade de metais pesados e os parâmetros de solo que mais afetam a sua persistência no ambiente. Estabeleceram-se dezenas de estudos de campo para avaliar as dosagens ideais de CRU para as diversas culturas, ajustando-se a necessidade nutricional de nitrato, fósforo e potássio (N,P,K) dessas culturas à capacidade do solo em fornecê-los dentro de limites ambientalmente seguros (SILVA, 2009).

Já eram conhecidos os impactos da aplicação continuada de CRU de baixa qualidade no Cinturão Verde de São Paulo pelos estudos anteriores do grupo, o que demandava o estabelecimento urgente de critérios e normas. Destes estudos, surgiu um livro de referência para a gestão pública de resíduos, focado em compostagem de resíduos urbanos e a sua interface com a agricultura: "Gestão pública de resíduo sólido urbano: compostagem e interface agro-florestal",

Organizados por Fábio César da Silva, Adriana Pires, Luciana Barreira e Mário Sérgio Rodrigues (2009, 204 p.) publicado pela Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF) de Botucatu.

Como toda iniciativa de aproveitamento de resíduos sólidos urbanos requer análise prévia para aprovação pela administração pública, o objetivo de desenvolver procedimentos para implantação de uma usina de triagem e compostagem é requisito básico para suporte de decisão do empreendedor como mostra o modelo proposto por Silva (2009). Destaca-se que para implantar uma usina de triagem e compostagem, devem-se tomar medidas preliminares, seguidas do dimensionamento da usina e da elaboração do projeto, Consulta Prévia ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) por último, o Licenciamento. Todos esses procedimentos foram levantados e discutidos para uma adequada gestão pública de resíduos sólidos. Esta se inicia na definição de um sistema de gestão metropolitana para resíduos sólidos domésticos para fins de compostagem, em particular para o município de Londrina-PR.

A questão ambiental tem, cada vez mais, suscitado a preocupação da sociedade e de pesquisadores, o que culminou na promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Há necessidade para cada município de elaborar e aprovar um modelo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos até 2014. Uma ferramenta interessante para integrar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos seria a compostagem. Na atualidade vários trabalhos abordam a compostagem de resíduos sólidos urbanos e suas relações com a legislação para fins de uso do composto na agricultura (SILVA, 2009) no Brasil; entretanto, com relação ao tratamento de resíduos sólidos domiciliares, a opção tradicional tem sido o aterramento sanitário (TEIXEIRA, 2009).

Dentre as propostas de tratamento para os resíduos sólidos, destaca-se a reciclagem a partir de usina de triagem, desvinculada da prévia coleta seletiva (segregação na fonte) e com a conseqüente queda de qualidade dos produtos reutilizados ou reciclados. Esta abordagem também não considera a qualidade de vida daqueles que se ocupam desse trabalho, por vezes insalubre, desumano, e principalmente, ligado à pobreza e à sobrevivência (FIGUEIREDO, 1995).

Segundo a dinâmica atual, o munícipe paga a coleta de resíduos junto ao imposto municipal e a prefeitura paga a empresa concessionária para que

dê o fim mais prático - o aterramento - sem qualquer preocupação com os desdobramentos dessa prática para seu município ou municípios vizinhos (MORAES, 2003).

As autoridades, por sua vez, deveriam cobrar dos geradores o que já existe na legislação, ou seja, que o poluidor se responsabilizasse pelo tratamento dos resíduos que gera. Contudo, a responsabilidade sempre recai sobre os municípios, sem que haja mecanismos efetivos de responsabilizar o produtor e o gerador do material descartado. Dessa forma, criou-se o entendimento de que o tratamento de resíduos é de responsabilidade da prefeitura e não de todos (MORAES, 2003)

Algum avanço já se nota na responsabilização de fabricantes de produtos, como pneus e embalagens de *tetrapack*, verificando-se o tratamento correto de seus resíduos. Os fabricantes devem recolher o material, através de associações, e reintroduzir os materiais no ciclo produtivo, ou inertizar os elementos para destinação final (MORAES, 2003).

Alguns trabalhos como Colon e Fawcett (2006), Moraes (2003), D'almeida e Vilhena (2000) enfocam a cultura da reciclagem, com a colaboração dos catadores e cooperativas; entretanto, poucos têm se preocupado com a totalidade dos resíduos, incluindo-se os resíduos orgânicos, mais volumosos e densos.

Vale destacar que poucos trabalhos têm tratado dos custos ambientais contentando-se em apenas com as tradicionais externalidades, tais como: o “custo” associado à impossibilidade de uso de uma área degradada por aterragem de lixo. ou malefícios da contaminação do lençol freático por chorume. Ou ainda os prejuízos à saúde pública decorrentes dos problemas provocados pelas dioxinas e furanos emitidos por incineradores de lixo. Da mesma forma, não são consideradas as compensações financeiras ou remuneração para os trabalhadores informais como os catadores de lixo.

A ausência de trabalhos com um perfil integrado motivou a abordagem deste tema. Os trabalhos existentes estão geralmente focados na reciclagem, a qual representa um volume bem menor dentro da massa de resíduos. A matéria orgânica, incluindo os rejeitos, representa mais de 50% da massa de resíduos urbanos, o que justifica a preocupação do autor, e mostra que a indústria do aterramento não se preocupa com o item mais volumoso.

Como parte da gestão de resíduos sólidos terceirizada, a concessionária normalmente recebe pelo volume coletado e aterrado. Dessa forma, outras possibilidades de gestão, como a própria reciclagem de materiais e a compostagem ficam prejudicadas.

A proposta deste trabalho analisa os impactos na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos no planejamento da região metropolitana de Londrina, valorizando a reciclagem de materiais e a compostagem nos sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos no intuito de minimizar os resíduos destinados à aterragem.

Uma preocupação adicional da pesquisa é analisar a inserção da compostagem como elemento chave das propostas de sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares na região metropolitana de Londrina.

A obrigatoriedade da adoção da Política Nacional de Resíduos Sólidos a partir da Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, tem como consequência direta a necessidade de elaboração de Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelos municípios, o que poderia ser implementada com a introdução da técnica de compostagem.

Tem que ser vencida a inépcia dos órgãos governamentais. Políticas locais que promovam a melhoria contínua desses processos de absoluta relevância ambiental e adequação à realidade brasileira devem ser implantadas. Dessa forma, evitar-se-ia desativar as experiências em curso de compostagem, e assim, incrementar um suporte relevante no sentido de consolidar essas boas práticas, evitando com isso a não cobrança de continuidade em gestão pública em temas estratégicos de saneamento básico.

Por outro lado, a compostagem foi de certa forma, estigmatizada como prática inadequada ou complexa, quando na realidade ela apresenta contribuições singulares para a gestão de resíduos.

Sendo a compostagem um método eficiente de reciclagem de resíduos sólidos domiciliares na sua fração orgânica, porque reduz o seu volume, transforma-o, evita a emissão de metano e de efluentes líquidos como o chorume em aterros e lixões, minimizando os passivos ambientais, por que não implantá-la na política municipal e não cobrar sua correta aplicação?

O objetivo geral da pesquisa é uma análise de alterações do sistema de gestão de resíduos sólidos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e seus impactos no planejamento da gestão do Município de Londrina-PR.

Dentre os objetivos específicos do trabalho destacam-se:

Analisar os cenários possíveis para atender a PNRS colaborando na definição do sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos, de aparas de árvores e resíduos de poda grama para fins de reciclagem da fração orgânica por compostagem.

Levantar as atuais técnicas de compostagem e as perspectivas tecnológicas de curto e médio prazo, vantagens e limitações.

Analisar comparativamente os subsistemas e as alternativas em relação à compostagem em Londrina-PR., visando o tratamento da fração orgânica que é definida pela PNRS;

Partindo-se do atual sistema de gestão da cidade de Londrina-PR , efetuando-se o diagnóstico situacional da cidade foram analisadas as vantagens e limitações de cada sistema. Sugere-se a implementação do sistema de compostagem dos resíduos orgânicos, preferencialmente através de uma empresa concessionária, com recursos e tecnologia apropriados, que colocará o produto resultante à disposição dos interessados.

O sistema poderá funcionar com caráter híbrido, ou seja, podendo operar em alguns municípios com a Prefeitura, ou como a autarquia municipal gerindo e operando o sistema e agentes ambientais (catadores e cooperativas destes) e ou com empresa concessionária, mas sempre com a colaboração destes agentes ambientais.

Com o presente estudo, focado em Londrina-PR., notória por seu trabalho pioneiro em reciclagem, é analisada a inserção da compostagem como elemento central da gestão ambiental objetivando-se a melhoria dos sistemas. Pretende-se com esta proposição, contribuir para a evolução dos sistemas de gestão integrada de resíduos no país, criando referências passíveis de serem utilizadas por prefeituras, pequenas empresas recicladoras, cooperativas, ONGs, profissionais da área e pesquisadores.

Este trabalho está estruturado em sete capítulos e focado nos seguintes tópicos:

No capítulo um, o tema é introduzido a partir de seus aspectos gerais, destacando-se o problema que os resíduos representam para a sociedade contemporânea e as limitações das abordagens atuais. Ainda na Introdução são apresentados os objetivos da pesquisa, a metodologia adotada na investigação e a própria estrutura do texto.

No capítulo dois é apresentada a metodologia da pesquisa, a utilização de *softwares* VERDES e SIRCLUA os pressupostos e as condições de contorno, bem como a descrição das quatro fases do desenvolvimento do trabalho.

No capítulo três, além de uma discussão geral acerca dos resíduos sólidos, são elaboradas revisões teóricas acerca de três tópicos específicos, a saber: a) a evolução das técnicas de compostagem, b) Aspectos conceituais associados à gestão integrada de resíduos sólidos, e c) gestão e processos decisórios partilhados entre setor público, trabalhadores e sociedade.

No capítulo quatro, é apresentada a situação dos resíduos sólidos urbanos do estado do Paraná. Uma evolução histórica dos sistemas adotados nas cidades de maior relevância até a situação atual da gestão de resíduos sólidos nas três regiões metropolitanas do estado, partindo-se de Londrina e Maringá, culminando com a Capital Curitiba.

No capítulo cinco, é construída uma proposta conceitual de gestão integrada de resíduos sólidos, a partir das peculiaridades do Estado do Paraná, e suas principais regiões metropolitanas, com base somente na região de Londrina.

No capítulo seis, é analisada a viabilidade da proposta. seus aspectos mais relevantes, considerando-se os avanços e limitações em relação a outras iniciativas, as dificuldades operacionais e de implantação da nova proposta e as necessidades de criação e/ou adoção de mecanismos jurídicos, econômicos, tecnológicos e de gestão para viabilizar a concepção construída.

No capítulo sete, são apresentadas algumas considerações finais acerca da proposta e dos resultados esperados de sua implantação e a fronteira de estudos, além das necessidades de novas pesquisas no sentido de aumentar a compreensão acerca do tema.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas, documentais e de endereços eletrônicos de relevância para a pesquisa.

2 MÉTODOLOGIA DA PESQUISA

PRESSUPOSTOS E CONDIÇÕES DE CONTORNO:

1º) Análise da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos na em Londrina - o papel da compostagem: plena, parcial e atual da adoção dessa política no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;

2º) Avaliação da externalidade na utilização do *software* VERDES (análise potencial) e nos valores financeiros atuais (análise real)

3º) Fluxo de materiais na estratégia de resíduos sólidos – Cenários Interface cidade – agrícola.

4º) Checagem de cenários para diferentes níveis de aplicação da PNRS.

5º) Utilização da metodologia do *software* SIRCLUA para a interface do processo para externalidade.

Silva et al. (2005), demonstrou a aplicabilidade do conceito de Libault (1971) na pesquisa de sistemas de compostagem de RSU.

Libault (1971) propõe como metodologia quatro níveis de pesquisa, em fases: copilatória ou de revisão de literatura; correlativa; semântico, e, fase final ou normativa.

Na fase copilatória, foi realizada a geração de dados de pesquisa, em nível de legislação nacional (PNRS, estadual e municipal) e caracterização do Município de Londrina, utilizando-se de dados secundários, entrevistas não estruturadas, estudo observacional e revisão bibliográfica.

Na fase de diagnóstico foi feito um levantamento adicional por meio de coleta de dados primários (amostragem, questionário e entrevista não estruturada). Ocorre a definição de sistema de gestão municipal de resíduos sólidos: sistema municipal no nível de região.

Dentro da 1ª Fase, destaca-se o levantamento de dados e informações qualitativas e quantitativas e dados secundários do Município de Londrina - PR. realizada pelo autor: a) Aspectos da geofísica e do ambiente: localização geográfica; clima; relevo; solo; uso e ocupação do solo; hidrografia; vegetação. b) Demográficos e socioeconômicos: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); distribuição de renda; atividade econômica; agricultura; indústria;

serviços; meios de comunicação; ação social; população. c) Infraestrutura: habitação e serviços urbanos; órgãos públicos e estabelecimentos industriais, comerciais e bancários; renda gerada no município; alternativas de investimento; serviços urbanos; vias e fluxos de transporte. d) Resíduo sólido: situação no momento do estudo (catadores, lixo espalhado...); volume produzido; sistema de coleta de lixo e frota coletora; proximidade dos mercados e ações de *marketing*. e) alternativa agrícola (LONDRINA, 2011).

Os resultados obtidos utilizando a metodologia proposta na pesquisa estão apresentados no capítulo 5.

Na 2ª Fase: Correlativa, ocorreu de forma interpretativa. Os dados anteriormente agrupados foram analisados, interpretados, realizados teste de correlações entre variáveis e estabelecidas as generalizações para diagnóstico situacional. A partir das generalizações, foram elaboradas propostas de divisões de assuntos a serem tratados, sendo utilizado como ferramentas para auxiliar a aplicação dos *softwares* SIRCLUA E VERDES.

A interpretação dos resultados conduziu a pesquisa para a sua fase final, ou seja, para a quarta fase, a normativa, chegando-se as propostas de aplicação dos resultados nas atividades concernentes às áreas de realização da pesquisa, discutido no capítulo 5.

Na 3ª Fase: semântica, ocorreu de forma interpretativa. Os dados anteriormente agrupados foram analisados, interpretados e estabelecidas as generalizações. A partir das generalizações, foram elaboradas propostas de divisões dos assuntos a serem tratados. A interpretação dos resultados conduziu a pesquisa para a sua fase final.

Na 4ª Fase: normativa, foram elaboradas as propostas de aplicação dos resultados nas atividades concernentes às áreas de realização da pesquisa. Neste sentido, o autor elencou recomendações que poderão ser implementadas nos sistemas de tratamento de resíduos sólidos operados por prefeituras ou por concessionárias e estão sintetizados na forma de fluxograma de decisão para gestor público.

Para auxiliar a fase normativa foi utilizado um sistema especialista para interpretar os resultados das análises dos compostos de lixo da usina. Trata-se de um programa de computador que representa os conhecimentos de maneira similar aos especialistas. Foi construído pela equipe de pesquisa da Embrapa

Informática Agropecuária, Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP e Instituto Agrônomo de Campinas, denominado Sistema Inteligente para Recomendação do Composto de Lixo Urbano na Agricultura - SIRCLUA (SILVA et al., 2002), o qual avalia em dois grupos de restrição: maturidade do Composto de Lixo Urbano (CLU) e fatores de risco ambiental.

Com base na segunda e terceira fases da proposta dos quatro níveis da pesquisa, foram elaboradas visitas e entrevistas não estruturadas com os técnicos responsáveis pela usina de tratamento de lixo urbano no município que utiliza diferentes sistemas de processamento e, assim, foram obtidas distintas qualidades dos compostos de lixo produzidos.

A qualidade dos compostos de lixo se expressa como condicionador das propostas físicas, químicas e biológicas do solo e também como fornecedora de elementos essenciais à vida vegetal (SILVA; MENDES; BARREIRA, 2009). São propostas as soluções possíveis para gestão e as condições de contorno.

3 A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

3.1 Os RESÍDUOS SÓLIDOS - ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS

Desde a pré-história o lixo tem sido um problema para a humanidade. Muitas comunidades incomodadas por causa dele, migravam para outros locais. Os restos deixados para trás constituem atualmente valiosa fonte de informação sobre culturas pré-históricas. Quando descobertos esses restos são objeto de estudo dos arqueólogos (VILHENA, 2009).

Muitas civilizações já desaparecidas contam sua história através de seus resíduos, descobertos muitos séculos depois. A análise desses resíduos mostra estas civilizações, do que se alimentava, o que usava como ferramentas, como habitava, que tipos de energia consumia e, até mesmo, como sucumbiram.

Com o surgimento das cidades, o problema do lixo ficou ainda maior. Desde a antiguidade até meados do século XIX, as ruas urbanas acumulavam não só restos de comida e pequenos objetos, como também excrementos de animais e de humanos. Certamente as grandes epidemias e pestes da Idade Média tiveram aí sua origem. Os primeiros depósitos de lixo surgiram em Atenas, na Grécia, e embora existissem leis que proibiam jogar lixo nas ruas, as pessoas não se importavam, deixando as cidades muito sujas. Na Índia, eram construídas edificações especiais para armazenar o lixo que tanto incomodava (VILHENA, 2009).

A geração de lixo está diretamente relacionada com o aumento da população humana e de suas necessidades. Os primeiros povoados datam de 8.000 a.C. e marcaram o início do período histórico. Na pré-história, os seres humanos eram nômades e se dedicavam à caça de animais e coleta de raízes, tubérculos e frutos vegetais. A produção de lixo era pequena e não se acumulava.

A transição para o período histórico foi marcada pela fixação de populações humanas em determinados locais propícios à prática do pastoreio e da agricultura. Esses lugares habitados passaram a acumular lixo (VILHENA, 2009).

A criação de animais e a produção de alimentos permitiram um rápido crescimento da população humana e, conseqüentemente, um aumento de lixo no mundo.

Com o desenvolvimento dos processos sanitários no século XIX, reconheceu-se que o lixo e os vetores a ele associados (ratos, baratas, moscas, etc.) eram transmissores de doenças e de possíveis epidemias.

3.2 Os RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO CONTEMPORÂNEO

Na antiguidade, os resíduos resultantes das atividades humanas eram constituídos basicamente de matéria orgânica, ao passo que, nos dias atuais, grande parte dos artefatos é constituída de materiais inorgânicos, metálicos, muitas vezes artificiais, que terminam como resíduos. Ainda assim, a maior parcela dos resíduos domésticos é representada por materiais orgânicos.

De maneira geral, parte significativa dos resíduos inorgânicos é passível de reciclagem, enquanto os orgânicos podem ser reincorporados à dinâmica natural através da compostagem.

São vários os tipos de resíduos sólidos decorrentes das atividades urbanas. Há resíduos de varrição de ruas e vias, de poda de árvores e de grama, resíduos de feiras livres e mercados, resíduos da área de saúde: hospitais, clínicas veterinárias, de fisioterapia, odontológicas, resíduos especiais de rodoviárias e aeroportos além dos resíduos comerciais, domiciliares e industriais e, finalmente, os resíduos oriundos de saneamento, tais como o lodo decorrente do tratamento de água e esgoto.

Para melhor entendimento da proposta deste trabalho apresentam-se os tipos de resíduos e sua composição de acordo com a classificação vigente, para determinação mais específica de nossos objetivos.

3.3 Os RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO BRASIL

A definição oficial de resíduo sólido adotada no Brasil é a da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2004, p.1):

Resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades

tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos e corpos d'água, ou exijam para isso solução técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível.

Resíduo sólido urbano inclui, além do resíduo sólido domiciliar ou residencial, todo o resíduo sólido ou semi-sólido gerado no meio urbano, os industriais, comerciais, de serviços e produtos de varrição, podas, feiras livres, além dos resíduos, decorrentes da limpeza de bocas de lobo e provenientes do tratamento de água e de esgoto (TEIXEIRA, 2009).

Com relação ao planejamento das ações voltadas à gestão de resíduos para todas as ações de administração de resíduos sólidos deve-se considerar: quantificação; classificação; caracterização; propostas de tratamento; valorização; pesquisa (processos de tratamento e valorização); estudos de viabilidade de locais de estocagem seguros e de acordo com as normas de segurança existentes; organização e sistemas de transporte de resíduo; estabelecimento de planilhas de custos; ampla participação do executivo, legislativo e sociedade civil; dimensões ambientais; sociais, culturais, econômicas, políticas e institucionais, na perspectiva da sustentabilidade; conceito dos 3 R - reduzir, reutilizar e reciclar; e, incorporar os catadores no processo de gestão (FORINI, 2005 apud SILVA, 2009; TEIXEIRA, 2009).

A quantificação dos resíduos possibilita a concepção de uma estrutura adequada, ou seja, com capacidade de processamento de todos os resíduos produzidos na cidade ou na região, considerando-se as previsões de incremento desta geração.

A classificação e caracterização são particularmente relevantes para a escolha de equipamentos e processos que deverão ser empregados na separação dos diversos componentes da massa de resíduos, além de possibilitar o desenvolvimento de mercado para os componentes que, num primeiro momento, não encontram atratividade econômica (TEIXEIRA, 2009).

As propostas de tratamento decorrem dos tópicos anteriores, além de uma análise de custo e benefício referente à sua aplicação. Vale destacar que esta escolha se refere, não apenas à necessidade de separação para posterior comercialização, mas também à eventual necessidade de neutralização de uma parcela dos resíduos de forma a adequá-la à disposição final.

Os demais requisitos apresentados por Forini (2005) e Teixeira (2009) apud Silva (2009) constituem-se elementos fundamentais da logística de gerenciamento de resíduos, que possibilitam a otimização econômica, funcional e ambiental do sistema.

3.3.1 Políticas e Legislações sobre Resíduos Sólidos no Brasil e no Estado do Paraná

Recentemente foi sancionada a Lei nº 12305/2010 que através de Decreto nº 7404/2010 estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Anexo A).

Apesar de esta estar há mais de uma década em tramitação, com diferentes versões, ainda não havia no Brasil, uma política nacional de resíduo sólido. Segundo o relator da Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos, deputado Ivo José (JOSÉ, 2005 apud SILVA, 2009), “na retomada ao processo para estabelecer a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no Plano de Trabalho que ordenará as atividades da Comissão Especial, foram traçadas premissas básicas para estruturar as diretrizes e abordagens da Política”.

Essas premissas são: minimização na geração de resíduos; universalização da coleta de resíduos; universalização da coleta seletiva; maximização da reciclagem de resíduos sólidos; maximização do fomento e da expansão dos mercados para itens recicláveis e produtos reciclados e das atividades econômicas conexas; minimização dos dispêndios públicos com a gestão de resíduo sólido; maximização das oportunidades de emprego e inclusão social; minimização da incineração de resíduo sólido; minimização do uso de aterro sanitário; maximização da difusão de informações e das ações de educação ambiental requeridas para a implementação dessa política; maximização dos efeitos positivos sobre outros interesses de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável em outros setores; e, minimização da geração e maximização do grau de tratamento e adequação da disposição final de resíduo perigoso.

Esta política prevê a extinção de todos os aterros e lixões até o ano de 2014 e estabelece que somente sejam ativados novos aterros sanitários com o aproveitamento dos resíduos orgânicos através da compostagem.

Prevê ainda a otimização dos processos de reciclagens existentes e ainda a responsabilização dos grandes geradores pelo resíduo gerado dentro do Princípio do Poluidor Pagador (PPP).

3.4 DA GESTÃO TRADICIONAL À GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tradicionalmente, denomina-se gestão de resíduos sólidos o conjunto de processos e cuidados que compõe um sistema simplificado, a partir da geração dos resíduos sólidos de uma dada comunidade. Nesse sentido, são elementos de um sistema de gestão tradicional, a coleta de resíduos, o transporte e a disposição final. A simplicidade da lógica dos sistemas tradicionais, incentiva de certa forma a terceirização desses serviços (MORAES, 2003; FIGUEIREDO, 2009).

A evolução da grave situação dos resíduos sólidos em todo o mundo tem exigido métodos mais complexos. Diante dessa necessidade, surge o conceito de Sistemas Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos, cuja concepção apresenta uma abordagem ampliada, se comparada à tradicional.

Os Sistemas Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos contemplam aspectos como a coleta seletiva, a reutilização dos artefatos, a reciclagem e o reaproveitamento de materiais tanto na cadeia produtiva industrial quanto na reintegração à dinâmica natural, além de esforços voltados à conscientização entre outros aspectos (FIGUEIREDO, 2009)

Com relação à disposição final de parte dos resíduos sólidos gerados, os sistemas integrados podem incorporar mais de uma técnica, como a aterragem e a incineração. Trata-se, portanto, de um conjunto amplo de ações e etapas que necessariamente envolvem a conscientização e a responsabilização dos diversos setores da sociedade.

Diante do exposto, os Sistemas Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos não são passíveis de terceirização em seu conjunto, podendo, no entanto, permitir a terceirização de parte das atividades. Nos Sistemas Integrados, a lógica é outra, ou seja, de maximização dos benefícios ambientais do sistema. Dessa forma, procura-se, sempre que possível, minimizar a parcela de resíduos sólidos encaminhados à disposição final, por essa etapa representar a indisponibilidade futura dos materiais encaminhados e da área de deposição, no caso dos aterros.

Nessa lógica, o lucro das empresas tradicionais seria minimizado, o que inviabilizaria essa adoção (FIGUEIREDO, 2009).

Segundo o Monteiro (2001) e Teixeira (2009), o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos é o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos - para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas - as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais

A abrangência dos Sistemas Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos nos remete a aspectos associados à própria concepção dos produtos (*ecodesign*) e comportamentos sociais responsáveis, conforme enfatiza Teixeira (2009). Nos dias de hoje, entende-se a gestão de resíduos sólidos ou gerenciamento integrados de resíduo sólido de uma forma ampla que transcende o manejo ambientalmente saudável de resíduos sólidos, contemplando uma preocupação com padrões sustentáveis de produção e de consumo, além das tradicionais preocupações referentes à destinação final ou aproveitamento destes através de métodos seguros. Desta forma busca-se a causa fundamental do problema, ou seja, mudanças nos padrões não sustentáveis de produção e de consumo, visando a conciliação entre desenvolvimento e proteção do ambiente

Com relação à hierarquia de ações, os Sistemas Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos levam em conta princípios internacionalmente reconhecidos, como os da Convenção da Basileia, da qual o Brasil é signatário.

Destaca-se ainda que os sistemas integrados devam contemplar a totalidade de resíduos sólidos gerados no município, respeitando-se as responsabilidades específicas como, por exemplo, no caso de resíduos industriais.

Portanto, deve fazer parte do sistema o gerenciamento dos resíduos de saúde, do entulho e resíduos de demolição, do lodo das estações de tratamento de esgoto e de outros. Com relação aos resíduos industriais, embora a gestão específica seja de responsabilidade das empresas geradoras, o acompanhamento dos processos de abate e de destinação final, assim como do transporte, deve ser

objeto do poder público local, no sentido de minimizar riscos de acidentes e fazer o encaminhamento adequado (nota do autor).

Segundo os princípios apregoados na Convenção da Basileia, os resíduos sólidos devem ser tratados e processados o mais próximo possível da fonte geradora. Nesse sentido, o poder público deve auxiliar as empresas locais no adequado processamento de seus resíduos, com vista a evitar os riscos de transporte. Da mesma forma, tais princípios propõem limitações ao encaminhamento de resíduos domésticos, hospitalares e outros tradicionalmente de responsabilidade municipal, para outras localidades (FIGUEIREDO, 2009).

A prática de encaminhamento de resíduos para outras localidades encontra obstáculos éticos, uma vez que o ônus do transporte, da movimentação e do processamento é imposto a comunidades que não têm qualquer relação com os materiais gerados por outras comunidades. A prática de encaminhamento de resíduos para processamento em unidades industriais, em outras localidades, antes adotado apenas pelo setor industrial, tem sido cada vez mais adotada pelas municipalidades, em oposição aos preceitos da Convenção da Basileia e da boa gestão ambiental (FIGUEIREDO, 2009).

Com relação às ações de um Sistema de Gestão Integrada, são definidas como: o conjunto de ações que envolvem a geração de resíduos, seu manejo, coleta, manejo e disposição, dando a cada tipo de resíduo uma atenção especial. Assim, cada tipo de resíduo terá, no gerenciamento integrado de resíduos sólidos, seu tratamento e disposição mais adequados, baseando-se, sempre, no conceito da minimização e buscando o princípio da descarga zero (TEIXEIRA; BIDONE, 1999 apud TEIXEIRA, 2009, p. 29).

O termo minimização pode diferir quanto à interpretação, pois pode ser entendido como redução tanto na fonte produtora do artefato, quanto na outra ponta onde se coloca a figura do consumidor final; ambas são importantes e necessárias.

Para minimização e/ou redução há duas correntes de entendimento, a saber: uma que a relaciona a minimização de resíduo apenas à redução na fonte e outra que a relaciona com qualquer atividade que leve à minimização do resíduo a ser disposto. Nesse caso, a minimização de resíduo é obtida através da redução na fonte, reutilização e reciclagem, diminuindo quantidade e potencial de contaminação

do resíduo a ser tratado e/ou disposto (TEIXEIRA; FASSINA; CASTRO, 1997 apud TEIXEIRA, 2009).

Redução na fonte é a diminuição na geração de resíduo, através de programas que promovam a redução do consumo ou a não geração de resíduo. Neste princípio está baseado todo o movimento de Prevenção à Poluição (P2) e o de Produção Mais Limpa (P+L). Vem sendo adotado na área industrial, onde se prega a consideração de todo o ciclo de vida do material (P2) e a modificação e/ou criação de processos industriais que geram menos resíduos ou que o resíduo gerado tenha uma periculosidade e/ou grau de contaminação menor (P2 e P+L) (TEIXEIRA; FASSINA; CASTRO, 1997 apud TEIXEIRA, 2009).

Reutilização consiste no aproveitamento do resíduo, nas condições em que é descartado sem qualquer alteração física do seu material, modificando ou não sua função original e submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento, exigindo apenas operações de limpeza, embelezamento, identificação, entre outras, como é o caso da reutilização de embalagens de vidro para compotas (TEIXEIRA; FASSINA; CASTRO, 1997 apud TEIXEIRA, 2009).

Ressalta-se também o fato de ser a gestão de resíduos um trabalho árduo, contínuo, que envolve um grande número de trabalhadores e variáveis imponderáveis, incluindo-se as intempéries e sazonalidade de intensidades variáveis e outras.

Como esclarece Wilson et al. (2001) em seu estudo referente a algumas cidades europeias, não existe uma maneira correta do gerenciamento de resíduos; a experiência é que vai mostrar os resultados, como se vê nesta situação:

[...] torna-se cada vez mais claro para nós que não havia maneira 'correta' para gerir os resíduos ou para criar uma abordagem integrada à gestão de resíduos. Alguns dos programas de estudo tinham menos de 4 anos (Pamplona), enquanto outros tiveram mais de 100 anos de experiência, tendo iniciado a coleta de resíduos em 1898 (Copenhague) ou ter construído o seu primeiro incinerador em 1904 (Zurique) (WILSON et al., 2001, p. 342).

No tocante a uma municipalidade ou prefeitura, a gestão pode ser efetuada simplesmente sem se envolver com o gerenciamento, e o gerenciamento pode não envolver a operacionalização de cada tarefa ou processo. Qualquer que

seja a escolha, a responsabilidade final é sempre de quem delega, no caso a Prefeitura.

É correto afirmar que grandes grupos econômicos têm-se dedicado ao tratamento de resíduos, geralmente ligados à construção civil, daí a facilidade de fazer grandes obras de engenharia como células, taludes, aterramento, como empresas ligadas ao ramo de energia ou de saneamento. Estes grupos competem nas licitações para obtenção do maior número possível de unidades, visto que, por serem licitações que demandam vários anos de serviço, através de concessões, isso se torna interessante para a manutenção do grupo no longo prazo (nota do autor).

Apesar da possibilidade de terceirização das atividades na operação do sistema, a responsabilidade final dos governos locais e regionais com sua capacidade organizativa são, em última análise, vitais para o sucesso de qualquer programa. Em última análise, são os governos locais ou regionais que têm a responsabilidade final pela gestão dos resíduos produzidos em suas áreas, embora as tarefas diárias de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos possam ser delegadas ou terceirizadas. A capacidade organizativa de uma área metropolitana é um componente vital do sucesso de políticas e programas (VAN DEN BERG, 1997; apud WILSON et al., 2001).

A realidade brasileira, salvo raras exceções de serviços próprios em municípios pequenos, indica que quase a totalidade dos municípios delega a empresas privadas de lixo a gestão e a operacionalização dos sistemas. Existe uma mão de obra destacada para fazer os serviços de limpeza, seja municipal ou terceirizada de empresas particulares. No Brasil há um verdadeiro exército de pessoas trabalhando informalmente, tanto nas ruas, como em lixões, denominados catadores, seja de papel, metais, latas, ferro e outros materiais recicláveis, que arrancam sua sobrevivência do lixo e se juntam aos varredores ou como é comum ser denominados de garis. Destaca-se também a figura do intermediário que compra os materiais dos catadores, enfarda-os por tipo de material reciclável e faz a venda para fábricas que utilizam estes materiais como matérias-primas. A grande maioria dos municípios brasileiros promove a gestão dos resíduos sólidos municipais através da delegação das prefeituras à empresas privadas de coleta de lixo. Do ponto de vista político, esta opção, isenta as prefeituras da responsabilidade em situações delicadas perante a comunidade, como no caso de uma greve dos trabalhadores nestes serviços essenciais (MORAES, 2003, p. 4).

Importante item para sucesso e funcionamento de qualquer programa é a consulta ao público atendido pelos serviços e sua efetiva participação. A maioria dos esquemas de planejamento de Resíduos Sólidos Urbanos tem incluído o público, arguindo suas opiniões e ideias e concentrando-se em educar e informar os cidadãos sobre as opções propostas, mas muitas vezes não lhes dão nova oportunidade para um envolvimento mais profundo.

No entanto, há uma tendência crescente, com a criação de entidades comuns ou órgãos de decisão, para dar ao público um papel mais pró-ativo no processo de planejamento. Um artigo sobre planejamento e a construção de consensos na Região de Hampshire, oferece um exemplo dos desafios e das dificuldades enfrentadas nesse processo. Em Hampshire, a forte oposição pública inicial a estratégia de Resíduos da Comarca trouxe a necessidade de continuar a consultar os cidadãos, durante a criação do Projeto INTEGRA. Um painel de cidadãos foi criado e este, por sua vez influenciou a adoção de uma estratégia mais integrada e uma melhor compreensão do público e, portanto, a aceitação da estratégia global (PETTS, 1995a apud WILSON et al., 2001).

Dentro desses sistemas de gestão de recursos, critérios ambientais e sociais foram incluídos na rotina do processo decisório. Bons programas de gestão, com o desejo de criar sinergias no sistema foram temas recorrentes, com gestores de resíduos operando e otimizando seus sistemas de maneira pró-ativa e estratégica (WILSON et al., 2001, p. 342).

A legislação vigente que flutua entre a permissiva e a restritiva. A legislação permissiva era vista como uma legislação que permitiu a flexibilidade dos programas e iniciar com a melhor opção de gestão para o seu sistema. Exemplos dessa legislação incluíram os padrões mínimos a serem alcançados, sem especificar os requisitos tecnológicos. Além disso, alguns instrumentos econômicos (impostos sobre aterros, sistemas de pague e descarregue, etc.) eram vistos como permissivos e programas dando maior flexibilidade. Por exemplo, em Prato (Itália), a combinação de impostos italianos federais e impostos regionais sobre aterros da Toscana, tem feito opções de tratamentos alternativos (tais como a reciclagem e compostagem) menos onerosa do que a eliminação em aterro. Os operadores do programa têm sido capazes de otimizar o seu sistema de gestão de resíduos para minimizar a influência dos impostos sobre os seus custos (WILSON et al., 2001, p. 340).

Teixeira (2009, p. 32) acrescenta detalhes para o sucesso e para sucesso e a consecução dos objetivos dos Sistemas Integrados:

No gerenciamento integrado de resíduo sólido, para que seu objetivo (minimização, tratamento e disposição adequados de todos os tipos de resíduos) seja atingido, há necessidade de se destacar a importância de questões políticas, econômicas, sociais, trabalhistas, ambientais e de saúde, além das técnicas específicas sobre resíduo e da articulação com lideranças da sociedade, incluindo setores da administração e vários níveis de governo, envolvendo o legislativo e a comunidade local, buscando garantir a continuidade das ações e de seus recursos e identificando tecnologias e soluções adequadas à realidade local.

3.5 TÉCNICAS E PROCESSOS EMPREGADOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A concepção de sistemas integrados de resíduos sólidos pressupõe que o fluxo de materiais gerados deva ser equacionado visando à minimização e o tratamento. Isto, em decorrência da tecnologia vigente de todos os materiais e não somente, como vinha acontecendo, a saber, a disposição final destes, que para muitos significa o aterramento puro e simples.

Os processos de gestão são necessários para preencher a lacuna entre os pontos de geração de resíduos e os limites de bateria das tecnologias de reciclagem (FEHR, 2002, p. 321).

Nagle et al. (2005) apud Teixeira (2009) enfatizam, segundo a ótica do desenvolvimento sustentável, a necessidade de reformulação da gestão de resíduos com vistas à minimização dos resíduos, economia de energia e de matérias-primas (TEIXEIRA, 2009, p. 30).

Clift et al. (2000, p. 279) acentua que a Gestão Integrada de Resíduos é uma extensão das tendências sustentáveis dos recursos e da gestão ambiental e requer controle na classificação dos resíduos de maneira a valorizá-las, se possível usando tecnologias apropriadas para cada situação.

No sentido de ilustrar esta tendência, Clift et al. (2000) utiliza o exemplo do Reino Unido. Lá, além da preocupação com a redução da geração de resíduos, existe um esforço na reutilização dos artefatos seguida da recuperação e da reciclagem de materiais. E, finalmente, da recuperação de energia ou da compostagem que, em última instância, representa o retorno de elementos essenciais ao meio agrícola de onde eles foram extraídos:

No Reino Unido, por exemplo, isso se expressa na: redução da produção de resíduos ao mínimo compatível com a viabilidade econômica; reutilização de objetos; recuperação de material residual; reciclagem de materiais; [...] recuperação direta de energia através da incineração ou pirólise resíduos, ou coleta e uso do gás de aterro sanitário; compostagem dos resíduos orgânicos e sua reintrodução no meio agrícola para melhoria do solo ou de meios de cultura. Estes procedimentos apontam para a eliminação dos aterros e a utilização de um repositório a partir de engenharias de recuperação de material ou valor energético (CLIFT et al., 2000, p. 279 - 280).

Quanto mais os consumidores se empenharem na técnica de separação, maior será a padronização, menor será o tempo de triagem e, portanto, maior será valor agregado aos materiais.

As técnicas costumam diferir entre aquelas que apresentam maior e menor capital. Com emprego de uma usina onde normalmente não há separação na fonte, a população não participa do esforço para manter um melhor padrão dos recicláveis. Por outro lado, nas técnicas com maior participação de mão-de-obra, o material já vem previamente separado, com a colaboração da população e dos catadores os quais, previamente, retiram sua parte do agregado que normalmente seria destinado ao lixão ou aterro sanitário. Isto valoriza os recicláveis, economiza mão de obra na esteira de separação e reduz os rejeitos e descartes.

Como se observa nas citações de Fehr (2002, p. 322), existe dois modelos de gestão, cada um com suas limitações e vantagens:

Há dois conceitos, ou seja, tratamento de resíduos mistos (MWP) e tratamento de resíduos classificados (SWP). O conceito de MWP depende da coleta de resíduos mistos, a compactação no transporte, coleta de pós-triagem de resíduos mistos e operações de pós-triagem nas instalações de tratamento de resíduos mistos (MWPF), e marketing. As características básicas deste conceito são as seguintes. Nenhum esforço é necessário a partir do gerador dos resíduos. Várias operações de mistura são seguidas por uma operação de classificação. O material desviado é de má qualidade. A diversão realizada é limitada por esta má qualidade.

A separação básica é entre os resíduos úmidos ou orgânicos passíveis de compostagem e os secos e inertes, ou seja, recicláveis:

Este novo conceito tem sido chamado de tratamento de resíduos divididos (DWP), foi desenvolvido e parcialmente testado com resultados satisfatórios por esta pesquisa. Baseia-se na separação de resíduos na fonte em duas partes, ou seja, material biodegradável

(fração úmida) e biologicamente inerte (fração seca). Essas frações são coletadas e classificadas separadamente no MPF. Não há nenhuma operação de mistura, e há duas operações de classificação. Ambas as frações são de alta qualidade (FEHR, 2002, p. 322).

O potencial de desvio é relativo ao aterramento evitado, com os resíduos mistos o esforço é próximo de zero, e com a separação das frações evita-se a compactação no transporte:

Além de melhorar o potencial de desvio, o DWP tem várias vantagens essenciais sociais e econômicas. O esforço exigido pelo gerador dos resíduos é moderado: superior a zero, como no conceito MWP, mas muito menos do que no conceito SWP. A exigência de duas frações na fonte é considerada ideal, tanto do ponto de vista do comportamento da gestão e da coleta. A porção biodegradável não precisa ser compactada no transporte, como sua densidade aparente não seria aumentada significativamente (FEHR, 2002, p. 322).

O exemplo agora é muito similar ao adotado pelos sistemas integrados brasileiros, a triagem da parte orgânica, portanto compostável, e dos secos e inertes, ou seja, recicláveis:

Na unidade de recepção, há duas operações de triagem, uma para cada fração. A administração municipal só é envolvida na gestão do comportamento na origem e nas operações de coleta e triagem. E são colocados nas mãos dos recicladores privados que escolhem o que querem e que pode ser vendido e descartam o resto. Nenhuma triagem desnecessária ocorre em qualquer lugar da curva (FEHR, 2002, p. 322).

O modelo é suscetível a variações na demanda como acontece no mundo real, mas por princípio, qualquer material reciclado (trabalhado - compostável/reciclável) não deve ser depositado (deposto/aterrado):

O desvio é permitido oscilar naturalmente de acordo com a demanda por materiais recicláveis. O que é deixado sobre a esteira de triagem vai para aterro ou para incineração. Uma última observação é de ordem relativa à compostagem. Objeções foram levantadas para a operação de compostagem no caso de o preço de mercado do composto não cobrir a despesa, então, o composto tem de ser aterrado. A filosofia do DWP não admite depósito de material classificado de qualquer tipo [...] Existem duas opções para biodegradáveis. Ou eles são aterrados sem compostagem, ou eles são compostos e desviados do aterro. Corrigir a contabilidade de custos de oportunidade, sem dúvida, irá favorecer a segunda opção em longo prazo (FEHR, 2002, p. 322).

Apesar disso, as metas europeias são bastante singelas:

De acordo com informações disponíveis para o autor, a meta de desvio de aterro europeia é de 15 por cento até o ano de 2002, a ser alcançada através de coleta seletiva e reciclagem de 49 por cento dos recicláveis dos RSU (Fehr, 1999b) [...] “O limite possível previsto na seção ‘Estratégia de Desvio’ foi de 31 por cento. A meta europeia modestamente visa a metade disto. A título de comparação, para atingir os mesmos 15 por cento de desvio na América do Sul, o limite possível de material reciclável inerte seria alcançado completamente. Isso abre o debate sobre a mobilidade das tecnologias (FEHR, 2002, p. 323).

Na opinião do autor a ser reforçada nas conclusões, o método tem de necessariamente, envolver os catadores, os moradores e os profissionais do ramo, sejam eles tirados do grupo dos catadores, das prefeituras, das universidades, dos profissionais formados na área. Mas não pode nunca prescindir da cooperação da comunidade e desses agentes no que Fehr (2002) concorda, em parte acreditando que novas tecnologias vão surgir com oportunidades e em larga escala:

Como SWP evolui para DWP, cada vez mais alvos de desvio podem ser previstos. A principal diferença entre SWP e DWP é que SWP depende amadores, ou seja, moradores comuns, decidir o que é e o que não é reciclável. DWP coloca esta decisão nas mãos de profissionais no MPF. O autor acredita que essa transferência de responsabilidade como uma ação típica de gestão permitirá metas desvio para ser significativamente aumentadas. Quando isso acontece, cada vez mais tecnologias de reciclagem serão necessárias, com as oportunidades correspondentes para aplicação em larga escala” [...] Esta conclusão lógica é o argumento favorito do autor. Se os métodos de gestão podem levar a corrigir o caminho e implementar DWP (tratamento de resíduos dividido), as tecnologias de engenharia vão aparecer no mercado com muita naturalidade e oportunamente. Além disso, o alto valor do desvio do potencial sul americano apóia a necessidade declarada para os esforços de gestão e educação (FEHR, 2002, p. 324).

Quaisquer que sejam as opções de gestão e a eficácia da contribuição ambiental seja incorporando os elementos residuais a cadeia produtiva agrícola, ou, reduzindo o consumo energético e o uso de matéria-prima virgem nos processos produtivos industriais, os custos são distintos, da mesma forma que os riscos ambientais e à saúde pública.

A seguir são apresentadas as características principais de alguns dos métodos de gestão de resíduos sólidos.

3.5.1 O Reuso e a Reciclagem de Materiais

A primeira alternativa é a reciclagem que apresenta excelentes resultados na redução dos resíduos a serem encaminhados para uma destinação final, além de propiciar uma expressiva redução de energia na cadeia produtiva de muitos materiais (recuperação indireta de energia) e uma economia de matéria-prima virgem. Muitas vezes a reciclagem é criticada por ser dispendiosa e necessitar de uma extensa rede de apoio; entretanto, se forem considerados os benefícios sociais dessa modalidade, com a criação de muitos postos de emprego e a contribuição desta no processo de conscientização da sociedade, os benefícios são de longe superiores ao dispêndio.

A reciclagem tem o mérito de reintroduzir os materiais segregados no processo produtivo, agregando valor ao lixo, uma vez que os materiais separados são transformados em novos produtos. Para aumentar a eficiência da reciclagem a coleta universal do lixo deve ser substituída pela coleta seletiva.

“A reciclagem, do ponto de vista tecnológico, é um processo industrial ou artesanal, através do qual o material que compõe o resíduo, ou que assim seria considerado, retorna ao sistema produtivo como matéria-prima” (TEIXEIRA, 2009, p. 30).

A afirmação de Wilson et al. (2001) eliminando a genérica denominação de lixo ou de resíduos: “Quando explicitamos detalhadamente o fluxo de materiais residuais, não estamos mais tratando de resíduos, mas sim de materiais que fluem através do sistema urbano. Isto implica em uma mudança filosófica fundamental, onde o conceito de resíduo, como algo a ser descartado, se transforma em de material útil e valioso a ser reutilizado ou reciclado no sistema urbano. Em Copenhague, materiais residuais de construção civil são utilizados como insumos na construção de novas estradas. Esta mudança nos remete a noção inata de melhoria contínua do sistema” (WILSON et al., 2001, p. 337) confirma a tendência da valorização dos resíduos.

Diversas cidades têm adotado recipientes para segregação na fonte de materiais recicláveis separados, em vez da forma universalizada. Alguns processos de separação podem ser rudimentares, promovido manualmente em mesas, onde os materiais são separados por tipo, colocados em caixotes ou sacos, enfardados e dispostos por lotes para os compradores ou intermediários. Outros

processos podem ser de capital intensivo, composto por esteiras rolantes que transportam os materiais a serem separados por classe. Existem ainda algumas técnicas automatizadas para separação de materiais ferrosos ou de pesos diferenciados, que empregam imãs e ventiladores.

Nesse sentido, conforme Teixeira (2009, p. 41), a reciclagem contribui para a

preservação de recursos naturais; diminuição de impactos negativos ambientais, sanitários e sociais; proteção ao ambiente; economia de matéria-prima virgem; economia de água; economia de energia; redução dos custos de produção de determinados produtos; diminuição da quantidade de lixo a ser aterrado; diminuição com as despesas de coleta; redução de construção de aterros/aumento de sua vida útil; conscientização da população para questões ambientais; criação de um novo valor ao descarte; geração de empregos diretos e indiretos; geração de renda; e criação de novos negócios.

Quanto mais se empenharem os consumidores na técnica de separação, maior será a padronização dos resíduos e reduzidos o tempo de triagem final e, portanto, maior será o valor agregado aos materiais.

As técnicas de separação de resíduos costumam diferir quanto a sua complexidade e quanto a participação da sociedade. Existem as usinas aonde normalmente chegam os resíduos com pouca ou nenhuma separação na fonte, isto é, a população não participa no esforço de manter um melhor padrão dos recicláveis. Existem ainda sistemas com usinas, para onde o material já vem previamente separado, com a colaboração de grande parte da população e dos catadores que retiram sua parte do agregado, normalmente destinado ao lixão ou aterro sanitário. Isso valoriza os recicláveis, economiza mão de obra na esteira de separação, contamina menos os resíduos, portanto diminui os rejeitos e descartes.

A coleta seletiva com segregação de resíduos na fonte geradora e não nas usinas de reciclagem ou na beira dos aterros tem sido a principal ferramenta dos municípios já em avançados processos de reciclagem, tais como: Porto Alegre, Curitiba, Campinas, Londrina e Uberlândia. Nesses casos, a figura do separador de lixo no lixão foi substituída pela de agente ambiental trabalhando com mais dignidade.

Esta alternativa é um dos métodos mais eficientes, porque reduz realmente a quantidade de resíduos, mas, é por vezes considerado o mais

dispendioso por necessitar de uma grande rede de apoio, como veremos a seguir. Trata-se da reciclagem, se considerar o lixo como aquilo que não tem valor de uso ou de troca para seu detentor (concepção econômica).

Muito se questiona se o município tem o direito de obrigar o morador a separar seu lixo, visto que isso implica ao munícipe assumir um custo de oportunidade. No Brasil, paga-se uma taxa de coleta de lixo junto ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que inclui a coleta de lixo, a iluminação pública e a taxa de incêndio. Feito isso o munícipe se acha no direito, simplesmente porque está pagando, de somente colocar seu lixo para recolhimento.

Muitos municípios, pressionados pelas autoridades ambientais vêm aprimorando a coleta, fazendo-a de maneira seletiva, melhorando a operação dos aterros e compostando. Assim evitam vários riscos ambientais, mas tudo isso tem custos e, apesar da receita obtida com a venda dos recicláveis haver aumentado pelo próprio crescimento vegetativo populacional, as despesas também aumentam e as receitas são insuficientes para fechar as contas tornando a operação deficitária.

Existem várias propostas que consistem principalmente na criação de taxas para tratamento do lixo, como tem acontecido em vários municípios brasileiros, entendendo-se que a taxa atual é somente para coleta domiciliar e disposição final por meio de aterramento. Por outro lado, se o consumidor for contemplado com um desconto nessa taxa para melhor separação de seus resíduos, este o fará, mas terá a opção de não fazê-lo e arcar com os custos do acréscimo. Outra opção é a cobrança proporcional ao peso ou volume, como praticado por alguns países.

Existe ainda outra opção, a dos depósitos reembolsáveis, como acontecem com os vasilhames retornáveis de cerveja, os botijões de gás e as baterias automotivas, com a sua inserção em produtos que ainda não têm mercado para reciclagem; isso obrigaria a sua devolução, garantindo o seu recolhimento, como acontece no exemplo de Mohee (2002, p. 42):

A quantidade de plásticos é de cerca de 13%, o que é bastante elevado. Há atualmente um plano para iniciar o regime de depósito reembolsável em garrafas plásticas de PET, em vista da reciclagem (não implementado ainda).

A opção atual é a reciclagem de materiais de construção conhecidos como entulhos Wilson et al. (2001, p. 333):

Vários dos sistemas municipais também regulam o tratamento de resíduos de construção e, muitas vezes, isso se torna mais da metade da sua tonelagem total administrada. Grande parte deste material é recuperada e reciclada, muitas vezes, revendida como material de construção ou sucata. Nenhuma das áreas do sistema estudado conseguiu resíduos agrícolas, embora vários também façam a disposição de lodo de esgoto.

3.5.2 A Incineração de Resíduos

Uma alternativa aos aterros sanitários, em regiões com problemas de áreas para implantação de aterros, são os incineradores que visam reduzir o volume de resíduos, mesmo considerando-se que sempre sobrarão escórias e cinzas que representam de 20% a 35% da massa original, além dos efluentes aéreos emitidos.

“A emissão de partículas tem sido reduzida nos incineradores modernos, com instalação de filtros, lavadores de gás e outras tecnologias de abate. A proposta ideal de incineração de resíduos pressupõe a utilização da energia térmica para aquecimento de água ou mesmo geração de energia elétrica” (PICHAT, 1995, p. 17).

Nem sempre os resíduos formam uma massa combustível, ou seja, os materiais presentes no lixo urbano, passíveis de incineração sem o auxílio de combustíveis auxiliares, são os plásticos e papeis. Dessa forma a incineração pressupõe a presença desses materiais dentro do incinerador, o que compete com a sua reciclagem. Vale destacar que as maiores críticas à incineração decorrem da geração de dioxinas e furanos, materiais carcinogênicos, altamente nocivos à saúde dos seres vivos. De qualquer forma a utilização de avançadas tecnologias de abate da poluição tem uma implicação direta nos custos da incineração, o que muitas vezes torna possível a incineração apenas para resíduos específicos altamente tóxicos.

Segundo Sundberg, Gipperth e Wene (1994, p. 81), em sistemas integrados:

existe a opção pela separação da parte de compostáveis do lixo doméstico (resíduos de cozinha e papel molhado). Esta parte pode ser compostada ou anaerobicamente digerida em instalações de grande escala. Existem também opções para separar a parcela combustível (papel e papelão, madeira e plástico) dos resíduos da construção civil e usá-los como combustível para aquecimento e produção de energia em instalações de incineração. Atualmente, esses componentes são depositados em aterro.

Segundo Fehr (2002, p. 321), os incineradores:

Similarmente aos aterros, a construção de incineradores enfrenta resistências dos vizinhos, tanto pela depreciação imobiliária, e inconveniência do tráfego de resíduos sólidos quanto pela geração de efluentes aéreos. Nesse sentido, uma gestão eficiente é fundamental para conciliar as tecnologias com as demandas socioambientais.

3.5.3 A Aterragem de Resíduos

Aterros sanitários são técnicas de engenharia que, se bem aplicadas, representam um encaminhamento adequado para os resíduos, do ponto de vista da redução dos riscos ambientais e à saúde pública.

Entretanto, na realidade brasileira, observam-se com frequência os lixões ou “aterros” a céu aberto, onde os resíduos são descartados sem qualquer tratamento, aos montes, não raro em localizações inadequadas: próximos a rios e corpos de água superficiais. Essas práticas em geral não contemplam qualquer preocupação com a permeabilidade do terreno, com a profundidade das águas subterrâneas, nem com a regularidade da cobertura e apresentam manejo precário dos resíduos.

O tratamento do lixo urbano difere nos aspectos de coleta (tradicional ou seletiva). Muitas vezes, no sentido de salvaguardar a saúde pública, evitar odores desagradáveis ou por motivos estéticos, os resíduos são transportados para instalações de processamento ou aterros, distantes do ponto de geração (CONTREAU-LEVINE, 1994 apud BEED; BLOOM, 1995, p.120).

Lixões podem causar butolismo, verminoses, gastroenterite, além do inconveniente chorume, e exalar metano que prejudica a camada de ozônio e é um dos gases que provoca o aquecimento global (CONTREAU-LEVINE, 1994 apud BEED; BLOOM, 1995; MORAES, 2003; HONG, 2006; SILVA, 2009).

Um aterro sanitário requer que o solo seja apropriado para não permitir a percolação do chorume (líquido tóxico que se infiltra pelo aterro e em decorrência dos materiais suspensos ou dissolvidos perigosos, e do próprio processo de decomposição da matéria orgânica) (BEED; BLOOM, 1995, p. 115-116).

Nos aterros sanitários é prevista a cobertura do solo com material argiloso além de mantas impermeáveis. Os resíduos depositados devem ser compactados e receber uma cobertura diária de terra, para evitar a afluência de insetos, roedores ou pássaros e minimizar odores. O gás formado na decomposição dos resíduos é predominantemente o metano e pode ser aproveitado energeticamente, com possibilidades de utilização na metodologia de crédito de carbono, ou queimado, para evitar incêndios, explosões e minimizar as influências ao efeito estufa (BEED; BLOOM, 1995, p. 115-116).

Segundo Hong (2006, p. 143), o potencial de influência do metano no efeito estufa é 25 vezes maior que o dióxido de carbono.

Há de se salientar ainda o imenso passivo ambiental que constitui um aterro, particularmente após seu período de operação, muitas vezes em torno de 20 ou 30 anos. Após o encerramento de um aterro, ele deve ser monitorado por cerca de 40 anos com relação às emissões de metano e chorume. Portanto, mesmo após o encerramento das atividades de um aterro, operado segundo um competente plano de manejo, a utilização posterior da área é ainda muito restrita (nota do autor).

O que se observa é que a indústria do lixo se preocupa somente com a técnica da aterragem. Ganhando por peso ou por viagem, tem de ter grandes volumes para alcançar lucratividade, e por isso não se preocupa com a separação dos resíduos, o que poderia agregar maior valor, inclusive com a compostagem dos orgânicos, reduzindo assim consideravelmente o passivo ambiental. Nas novas licitações tem de haver esta preocupação, qual seja procurar fazer o tratamento dos resíduos de maneira a reduzir os resíduos aterrados somente aos rejeitos.

É importante frisar que, ao final da compactação e da decomposição da parte orgânica de um aterro, o que sobra são os materiais que levarão anos para se decompor por ação da natureza, mas o que chama a atenção do observador é a quantidade de sacos pretos que, normalmente, são usados para ensacar o lixo quando da sua disposição para serem levados para o caminhão coletor, além das sacolas de supermercados usadas para armazenar pequenas quantidades de lixo e

depois colocadas nos sacos pretos ou transparentes. Por isso nas usinas de beneficiamento, quando da passagem pela esteira, a primeira atitude do operador é a abertura e dilaceração das referidas embalagens(nota do autor).

A afirmação de Wilson et al. (2001, p. 335): “Programas de aterros sanitários são operados com sistemas de coleta de gás, e a maioria com planos de reabilitação de aterros antigos com sistemas de coleta de gás em reconhecimento da contribuição do gás metano para o aquecimento global” confirma a preocupação dos gestores em reduzir o potencial de aquecimento global do metano, acumulado nos aterros em atividade ou desativados, tratando-o para evitar seus efeitos.

Há um movimento global no sentido de restringir a criação de novos aterros como técnica singular de tratamento, apesar de ser esta uma modalidade consagrada de disposição final de resíduos. Entretanto estes autores destacam ainda uma percepção tradicional de alguns países da América do Sul, em geral, e especialmente do Brasil (ROGGIO-ORMAS, 1997; FEHR; CALÇADO,1999 apud FEHR, 2002, p.320).

Levando-se em conta não só a vocação agrícola das terras onde, muitas vezes, os aterros são implantados, e, também questões relativas à desvalorização dos terrenos e ainda as reações da população que se recusa a conviver com os problemas decorrentes dos aterros sanitários, além das influências na qualidade de cursos d’água, nos lençóis freáticos, no ar e, principalmente, na estética da paisagem, uma análise rigorosa deveria abarcar o completo balanço de materiais e o valor da terra. Também, há que se considerar as perspectivas das gerações presentes e futuras. Segundo Fehr (2002), uma análise econômica tradicional não leva em conta a noção de sustentabilidade ambiental e, portanto, os custos da indisponibilidade da terra para as sociedades futuras

3.5.4 A Compostagem

Uma alternativa para reduzir o volume dos resíduos sólidos depositados nos aterros é a compostagem, como o maior volume e o mais denso são dos resíduos orgânicos a compostagem reduziria sensivelmente a necessidade de área para aterros (HONG, 2006; SILVA, 2009).

Muitos projetos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aproveitar a parcela orgânica dos resíduos sólidos domésticos, visando reduzir a quantidade

deles a ser encaminhada para a destinação final e incorporando novamente os elementos residuosos na terra de onde foram extraídos reduzindo-se, assim a quantidade de adubos sintéticos e defensivos químicos usados na agricultura (FIGUEIREDO, 1995; SILVA, 2009).

A compostagem consiste na técnica mais adequada do ponto de vista ambiental, uma vez que permite uma dinâmica cíclica para os materiais previamente extraídos do meio, a exemplo das dinâmicas naturais do planeta. A redução do material orgânico nos resíduos a serem aterrados implica em uma redução significativa na geração de chorume e de metano (HONG, 2006, p.143), decorrente da decomposição dos materiais.

Esta redução implica por sua vez, na redução dos efeitos do aquecimento global e tem sido incentivada por governos e instituições que precisam comprar créditos de carbono, o que, pode significar no balanço geral, uma renda adicional.

Conquanto se considerem as contribuições desta modalidade de gestão, observa-se, ao longo do tempo, um ataque sistemático a essa técnica, que não interessa à indústria de fertilizantes químicos e tampouco às empresas que recebem pelo transporte e pela aterragem de resíduos (FIGUEIREDO, 2009).

Vale aqui destacar que as técnicas de compostagem pressupõem uma certificação do composto produzido e sua classificação quanto aos usos, ou seja, a qualidade dos compostos e sua composição podem indicar limites para algumas aplicações (SILVA, 2009).

Figueiredo (2009) aponta a compostagem de resíduos orgânicos como elemento central para a gestão de resíduos sólidos no Brasil e como ferramenta no gerenciamento municipal. Destaca ainda a necessidade de políticas públicas que fomentem a difusão dessas técnicas, com apoio e recursos financeiros para a implantação de projetos.

Existe ainda um grande volume de materiais orgânicos da coleta e varrição de feiras livres, sacolões, mercados públicos e supermercados particulares. Esse material, aliado aos resíduos orgânicos produzidos em residências, poderia fornecer o composto necessário para o cinturão verde que cerca todas as cidades, além de possibilidades de uso em reforços de taludes e recuperação de áreas e solos cansados.

A grande massa de resíduos elencada no parágrafo anterior pode representar a possibilidade de produção de um composto de boa qualidade, economicamente viável, capaz de solucionar um problema ambiental, além de gerar emprego e renda.

A compostagem tem sido incentivada com projetos de Educação Ambiental (EA) em escolas, e o composto orgânico usado nas próprias hortas escolares, auxiliando na produção de uma merenda mais saudável e tendo um efeito multiplicador nas casas dos alunos(nota do autor).

Autoridades ambientais têm ressaltado que os novos aterros sanitários só conseguirão licença ambiental, se o aterramento for mínimo, ou seja, se forem promovidas ações anteriores como a compostagem e a separação dos resíduos recicláveis. Vale destacar que a Política Nacional de Resíduos (Lei nº 12305/2010 e Decreto nº 7404/2010) aponta para a perspectiva de minimização da aterragem de resíduos.

O desvio de resíduos, antes destinados à aterragem, tem sido tratado em muitos países, com o citado por Fehr (2002, p. 323): “A coleta seletiva de rua é obrigatória na Alemanha. Não há outra maneira de eliminar os resíduos. A Suécia opera instalações de incineração de resíduos sólidos urbanos que produzem água quente para o aquecimento urbano”. Os dois países parecem liderar o caminho para metas precisas de desvio dos resíduos de aterros, o que, na opinião do autor, deverá ser obrigatória no futuro próximo, em todo o mundo.

Quaisquer que sejam as opções de gestão, os custos são distintos da mesma forma que os riscos ambientais à saúde pública, e grande é a contribuição ambiental, seja incorporando os elementos residuais à cadeia produtiva agrícola, seja reduzindo o consumo energético e o uso de matéria-prima virgem nos processos produtivos industriais.

3.6 GESTÃO MUNICIPAL E GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Seria desejável que todos os municípios brasileiros administrassem seus resíduos sólidos próximo do Estado da Arte, mas o que se verifica é que muitos municípios têm verdadeiros lixões e inúmeros bota-foras, o que acaba contaminando os municípios vizinhos.

Os corpos d'água superficiais, os aquíferos, os lençóis freáticos são contaminados e o trabalho de despoluir é muito mais difícil de realizar, senão impossível, em alguns casos.

No estado do Paraná, um dos problemas mais graves, atualmente, é que municípios que tratam corretamente seus resíduos sólidos, cumprindo a legislação, ainda vêm sendo atingidos, justamente por contaminação de lençóis freáticos e de cursos d'água, por incúria de municípios que não o fazem. Isso gera preocupação e exige soluções conjuntas.

As autoridades ambientais, especialmente no Paraná, têm estimulado a criação de gerências regionais através de consorciamento ou de parcerias para a administração de resíduos sólidos.

Como acontece com os consórcios de saúde, pelos quais municípios administram consorciadamente hospitais regionais, o mesmo pode acontecer com a gestão dos resíduos sólidos municipais (notas do autor).

Essas parcerias poderiam integrar tanto empresas concessionárias, quanto cooperativas de coletores que, na verdade, já têm um papel primordial no processo, colaborando com a coleta seletiva. Nesse processo o poder público municipal atua como gestor ou indutor do sistema.

Existem consideráveis vantagens e algumas desvantagens, nestas parcerias. Entre as primeiras, um sistema maior, bem administrado evitaria a poluição cruzada entre municípios, como ocorre hoje. Para que funcione perfeitamente, teria de ser implantado em todos os municípios o sistema de coleta seletiva tanto dos resíduos recicláveis quanto dos orgânicos, ambos com segregação na fonte, para melhorar a qualidade dos materiais. Para tanto haveria a necessidade de formação de cooperativas locais e, no sistema integrado, uma usina de compostagem para trabalhar o resíduo resultante.

Entre as desvantagens, num sistema maior, que incluísse municípios mais distantes, haveria um fluxo muito maior de veículos de transporte, percorrendo uma maior quilometragem, e, portanto, provocando mais risco de poluição pelo caminho, e sujeira por eventuais derramamentos.

Outra desvantagem, bastante perigosa, é que, em se realizando o tratamento em outro município, a população beneficiada poderia ficar alheia ao problema, não colaborando efetivamente com a limpeza da cidade e com a

separação dos materiais recicláveis e orgânicos, ou seja, se o problema não é meu por que me preocupar.

Wilson et al. (2001, 338), por sua vez, ilustra a realidade de comunidades europeias que, através de organismos regionais e locais, tiram proveito da economia de escala na gestão dos resíduos.

Em muitas áreas (Pamplona, Helsinque, Malmo, Saarbrucken), a formação de organismos regionais de gestão de resíduos criou uma estrutura institucional que tira proveito das economias de escala. Em outros locais, os acordos com comunidades do entorno têm servido ao mesmo propósito (Hampshire, Brescia, Prato).

3.7 EVOLUÇÃO DOS PROCESSOS DE COMPOSTAGEM

A compostagem também é considerada uma forma de reciclagem, pois transforma resíduos orgânicos em insumos para o setor agrícola. Destaca-se que, quando os resíduos orgânicos são depositados em aterros, além da geração de metano decorrente da decomposição, ocorre um aumento na produção de chumbo.

A compostagem, Silva et al. (2002, p. 2) assim a define:

Como um processo de transformação de matéria orgânica degradável em um produto biologicamente estável, não agressivo à microfauna presente no solo e às plantas. Ao mesmo tempo, a compostagem produz material húmico e estabiliza formas de nutriente. Este processo permite a reciclagem do material orgânico de origem vegetal e animal (putrescível), como por exemplo restos de comida, fezes de animais e folhas, transformando-os em um produto chamado composto orgânico. Uma quantidade de resíduos orgânicos compostado à temperatura de 55 a 60 °C por um período de 15 a 30 dias deve gerar um produto isento de patógenos. O processo é controlado por atividade microbiana, influenciada pela própria composição do material, aeração (fornecimento de oxigênio), 'umidificação' e pela temperatura.

A aplicação de composto orgânico substitui, total ou parcialmente, o uso de fertilizantes químicos, contribuindo para a economia de matérias importadas e para a sustentabilidade ambiental. Vale destacar que, com a revolução verde, os agricultores foram pressionados para o aumento da produtividade agrícola, o que implicou na utilização crescente de defensivos e de adubos químicos, derivados prevalentemente de petróleo. Este incremento de materiais sintéticos tem impacto nos custos da produção, assim como a produtividade influencia a renovação do

conjunto de nutrientes do solo. Nesse sentido, a compostagem pode ser aplicada de forma complementar, reduzindo parte dos custos da produção agrícola, substituindo em parte os adubos químicos e recompondo as características estruturais e de nutrientes do solo (FIGUEIREDO, 2009).

O objetivo da pesquisa (SILVA et al., 2003) foi equilibrar a capacidade de fornecer nutrientes de um composto estabilizado (húmus) ao solo, suprimindo as necessidades de nutrientes para as plantas, possibilitando uma adubação química coerente com a produtividade e a qualidade dos produtos almejados pelos agricultores. O uso de composto orgânico implica em uma melhoria das condições físicas e químicas do solo, o que, associado ao uso adequado de adubos minerais, proporciona um melhor aproveitamento dos nutrientes, trazendo reflexos na produtividade e na qualidade dos produtos finais de lavouras. A funcionalidade de uma unidade de compostagem depende da adequação da escolha do processo e dos equipamentos apropriados para serem operados pela equipe técnica local, com custos de manutenção compatível e tecnologia apropriada, da integração da compostagem com o gerenciamento de resíduos sólidos do município e do estabelecimento de uma rede organizada de consumidores (SILVA et al. 2003, p. 2).

A compostagem por ser, antes de tudo, um processo de tratamento e reciclagem, deve gerar um produto final estabilizado, humificado e seguro para uso. Em função de características anteriores, define-se o uso e aplicação do composto, a fim de proteger a saúde pública. A depender destes resultados, o composto poderá ser indicado para os seguintes usos: horticultura; fruticultura; produção de grãos; projeto paisagístico; parques, jardins e *playgrounds*; reflorestamento; hortos e produção de mudas; recuperação de solo degradado; controle de erosão; proteção de encostas e taludes; e cobertura de aterro, etc. (PEREIRA NETO, 1996; SILVA; MENDES; BARREIRA, 2009, p. 87).

Segundo Silva et al. (2002) o composto produzido a partir de resíduos sólidos urbanos recebe a denominação de Composto de Lixo Urbano (CLU)

O emprego na agricultura deste produto constitui-se numa excelente alternativa para reciclagem da fração orgânica desse material, pois de um lado melhora alguns atributos químico, físico e biológico do solo, e de outro, contribui para aliviar a carga poluidora e aumentar a vida útil dos aterros sanitários. No Brasil, ainda não existe legislação específica e tampouco normas orientativas a respeito da aplicação

do CLU em solos agrícolas [...] O CLU é um produto derivado do processo de compostagem aeróbia do material orgânico do lixo urbano, que promove a decomposição da fração orgânica putrescível. Como esse material é originário do descarte de animais, de vegetais e outros que foram consumidos pela população, a sua utilização no solo agrícola apresenta-se como uma alternativa cíclica natural e racional para a compostagem desse produto, uma vez que a matéria-prima para a sua produção foi, em sua maioria, originária das camadas superficiais do próprio solo. As vantagens podem ser mensuradas pelo baixo custo operacional; uso do produto na fertilização do solo para a agricultura e a subsequente redução da poluição do ar e da água subterrânea, evitando a poluição ambiental, reduzindo a carga orgânica e aumentando sua degradabilidade (SILVA et al., 2002, p. 1-2).

Entre os benefícios da compostagem de lixo advindos da estabilização da fração orgânica do lixo, há uma redução na formação de gases como o metano e na geração de chorume no aterro. Além de reduzir os danos ambientais e os riscos à saúde humana, a compostagem possibilita, ainda, o reaproveitamento de nutrientes, antes presos em matéria grosseira, para a produção agrícola, gerando emprego para mão de obra não especializada.

3.7.1 Requisitos Básicos para a Inserção da Compostagem na Gestão Integrada

Para que o mercado de composto não fique restrito a praças e jardins, bem como à silvicultura, é importante a separação do material orgânico do inorgânico e dos recicláveis e contaminantes para que o orgânico fique completamente isento de materiais como pilhas, tintas, metais pesados, bem como papel sanitário, fraldas, visto que qualquer contaminação proveniente desses materiais inviabilizaria a utilização para fins mais nobres, além do que, se comprovada a contaminação persistente, esta faria com que o produto e o processo caíssem em descrédito, sendo esta imagem de difícil recuperação.

O sistema de compostagem pode trabalhar em integração com sistemas de incineração, como acontece em países em que ela é absolutamente necessária, para os cenários estudados, os resultados mostram que a compostagem é uma alternativa custo efetiva, que coopera e não compete com a incineração existente. O principal incentivo para a utilização da alternativa de compostagem é que ela libera a capacidade de incineração que resulta separação na fonte dos componentes compostáveis. Esta capacidade liberada pode por sua vez, ser

utilizada como componente de combustível dos resíduos de construção, que outro modo teria sido depositado em aterros. Quase todo o potencial de separação na fonte disponível é utilizado, exceto por uma pequena parte dos componentes compostáveis. Ou uso incompleto dos componentes separados compostáveis, indica que a compostagem não é uma alternativa competitiva quando existe capacidade disponível no incinerador (SUNDBERG; GIPPERTH; WENE, 1994, p. 85).

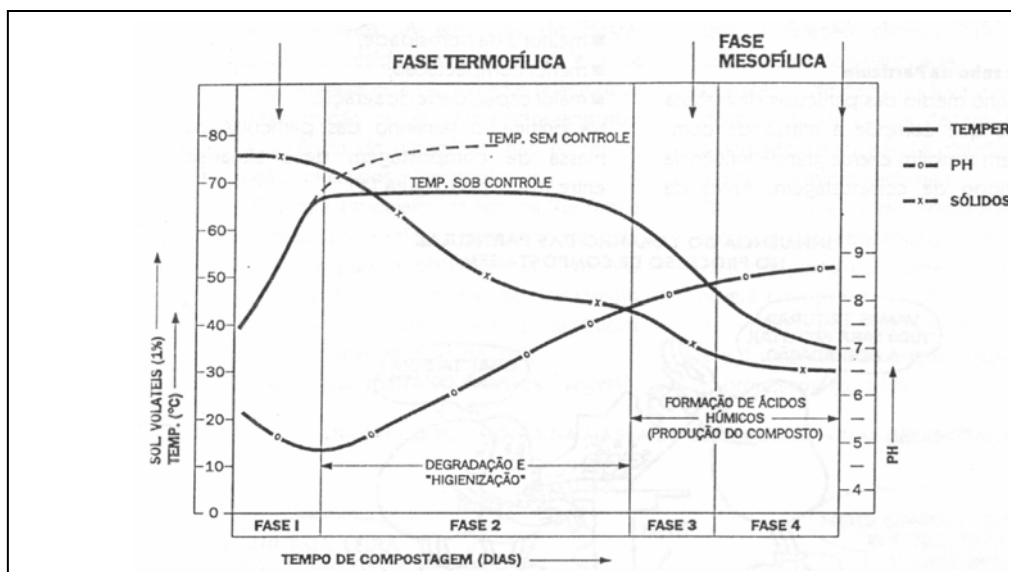
3.7.2 O Processo de Compostagem

Existem vários processos de compostagem, desde os mais artesanais e rudimentares, que utilizam intensa mão de obra, com uso de técnicas simples, até métodos mais sofisticados que incluem as mais recentes tecnologias e capital intensivo.

Apesar de ser uma técnica relativamente simples, se ela não for empregada com os devidos cuidados na seleção dos materiais que a compõem, corremos o risco de ter um produto final não-confiável, fadado a utilizações menos nobres. Inertização dos resíduos orgânicos através da ação dos micro-organismos.

Na Figura 1, observam-se as fases da compostagem que culminam na inertização dos resíduos orgânicos através da ação dos micro-organismos (PEREIRA NETO, 1996):

Figura 1 - Mudanças ocorrentes nos principais parâmetros de controle durante as fases de compostagem



Fonte: Modificado de Pereira Neto (1996).

Na Figura 1 observa-se a Fase 1 em que as temperaturas se elevam de 40° até cerca de 65° com a duração de 2 a 5 dias dependendo da umidade e da formação do material a ser compostado, e apesar do pouco tempo os sólidos voláteis começam a declinar e o pH em torno de 6 declina para 5 esta fase é chamada de mesofílica, na Fase 2 predominam as altas temperaturas atingidas durante até dois meses, os sólidos voláteis se reduzem sensivelmente por causa da temperatura e da ação da oxidação e o pH se eleva até em torno de 7,5, na fase seguinte a 3, novamente mesofílica as temperaturas se reduzem, os sólidos continuam se reduzindo até por ausência do que oxidar e o pH continua se elevar até a cota de 8,5. Na fase final a 4 ainda mesofílica a temperatura declina próximo da ambiente os sólidos se estabilizam e o pH finalmente eleva a 9, nestas duas fases a 3 e a 4 é que acentuam a formação dos ácidos húmicos e a produção do composto que estabiliza e pode ser chamado de maturado com o completo processo de cura.

Tendo como referência o sistema de leiras o processo envolve três fases distintas(GULUEKE, 1973 apud BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009), a saber.

1) Fase mesofílica; é a fase em que predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40° C. Tem a duração média de 2 a 5 dias; 2) Fase termofílica: predominam altas temperaturas e pode ter a duração de poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material que esta compostado. 3) Fase de resfriamento e maturação; é nesta fase que ocorre a humificação da matéria orgânica decomposta e tem duração de semanas a meses

O calor metabólico e o desenvolvimento de micro-organismos regula o pH através da alteração da temperatura, diferentes comunidades de micro-organismos (bactérias, actinomicetes e fungos) predominam nessas fases. A decomposição inicial é conduzida por organismos mesofílicos, os quais utilizam os componentes solúveis e rapidamente degradáveis da matéria orgânica. O calor metabólico produzido promove um rápido aumento da temperatura da leira de resíduo, com o desenvolvimento de micro-organismos que apresentam uma fermentação ácida abaixando o pH, o que é favorável a retenção de amônio (BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009, p. 96).

A importância da alteração da temperatura no processo, quando a temperatura excede os 40° C, os organismos mesofílicos tornam-se menos

competitivos e são substituídos pelos termofílicos. Ultrapassada a barreira de 65° C, a maioria dos micro-organismos cessa suas atividades ou morre, levando ao colapso o processo de decomposição. Nessa fase, os ácidos são consumidos por outros agentes biológicos elevando o pH. O processo de humificação leva a obtenção de um produto final com pH próximo à neutralidade, com valores entre 7,0 e 8,0” (LOPES-REAL; FOSTER, 1985 apud BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009, p. 96).

O objetivo do sistema de compostagem controlada é, portanto, manter a temperatura média na leira abaixo desses valores, através da aeração forçada ou revolvimento. O revolvimento é muito importante, pois permitirá o rearranjo e a homogeneização da leira e facilitará o contato de porções não decompostas dos resíduos com micro-organismos com a introdução o oxigênio, acelerando o processo de compostagem e também a morte de patógenos expostos à luz ultravioleta dos raios solares (SANSFORD; MACLEOD, 1998 apud BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009, p. 96).

Durante a fase termofílica, as altas temperaturas aceleram a quebra de proteínas, gorduras, ácidos graxos e carboidratos complexos (celulose e hemicelulose). Essa fase é também, muito importante para a destruição de micro-organismos patogênicos termo-sensíveis, larvas e sementes de ervas daninhas, que ocorre acima dos 55°C. Em sistemas ao ar livre, invertebrados presentes nas leiras de compostagem sobrevivem à fase termofílica, migrando para a periferia da leira ou entrando em dormência (SANSFORD; MACLEOD, 1998 apud BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009, p. 96).

Na medida em que os estoques dos compostos altamente energéticos são exauridos a temperatura da leira decresce gradualmente, dando origem ao surgimento de comunidades mesofílicas que irão atuar na fase final de cura ou maturação do composto. O revolvimento da leira, geralmente resulta em novos picos de temperatura, enquanto houver nutrientes facilmente assimiláveis à disposição dos micro-organismos. Embora a temperatura da leira na fase de cura esteja próxima a do ambiente, continuam a ocorrer reações químicas que transformam o material resultante numa matéria orgânica mais estável e adequada ao uso na produção vegetal (ZUCONI; BERTOLDI, 1986 apud BARREIRA; COSCIONE; ABREU JUNIOR, 2009, p. 96).

O sistema de leiras pode ser empregado em pequenas cidades brasileiras, integrando os restos de poda, capina e resíduos orgânicos de feiras livres, mercados públicos e supermercados, reduzindo o encaminhamento para aterros. Dessa forma, o uso da compostagem representa a abertura de novos postos de trabalho para trabalhadores de baixa qualificação formal. Além disso, resulta na geração de um produto ambientalmente adequado para uso na agricultura, no paisagismo urbano, na produção de mudas, recuperação de solos cansados, cobertura de taludes de estradas municipais e estaduais, entre outras possibilidades (nota do autor).

3.7.2.1 O processo artesanal – compostagem em leiras

A técnica da compostagem artesanal em leiras consiste em um processo simples, que demanda uma área relativamente extensa para sua realização.

O pátio para a manipulação das leiras deve ser apropriado, com revestimento para se evitar infiltrações e pilhas (leiras), classicamente apresentam dimensões próximas a 1,7 m de altura, de 3,0 a 4,0 m de largura e 30 m de comprimento (PEREIRA NETO, 1996). A altura máxima da leiras é de 1,70 m para evitar compactação, caso a altura seja muito elevada. Lavagem e perda de eficiência, se for muito baixa e largura de 3,0 a 4,0 m para facilitar o trabalho de aeração.

No entanto, alguns trabalhos recomendam no máximo, 1,5 m de altura e uma largura de 6 m, devendo a leira ser cônica evitando que a chuva lave o conteúdo.

Outro processo consiste de leiras estáticas (PEREIRA NETO, 1995), com a ativação, maturação e controle da estabilização (cura) ocorre pela oxigenação e pela temperatura a qual tem que estar abaixo de 65° C, a umidade abaixo de 60% e a granulometria de 20 a 30 mm do material para transformá-lo em carbono mineralizado.

A relação entre carbono e nitrogênio é de 30/40 X 1, fazendo a fragmentação que haja uma mais rápida degradação, o que evita a compactação do material impedindo a oxigenação. O pH, através da variação da temperatura, tem um processo de autorregulação.

Para maior padronização e evitação de contaminações Pereira Neto, (1996) e Pereira Neto (1995), coloca-se uma camada de composto maturado como filtro de início e mais uma camada em cima para evitar odores. A temperatura final de maturação também (55° C) regula odores.

Em esquemas artesanais, o releiramento pode ser feito semanalmente com a utilização de uma pá carregadeira ou de forma manual; em ambos os casos deve-se deixar espaço para as ruas entre as leiras. O uso de equipamentos como a pá carregadeira, é importante onde possa ser utilizado porque esmaga, releira e carrega o caminhão, posteriormente.

Recomenda-se sempre que possível, a trituração do material para evitar a compactação e, assim, agilizar o processo de homogeneização do composto final.

Podem ser acrescentados como fonte de nitrogênio em locais com fartura desses resíduos: podas de árvores e capina; casca de ovo e serragem.

Após um prazo de maturação entre 30 e 45 dias surge um composto de segunda que, com peneiramento para retirar impurezas e grãos maiores, pode ser usado em reflorestamento com os rejeitos destinados ao aterro.

Quando se trabalha em usina e com material não-uniforme, ou seja, com materiais que não sejam da mesma fonte e de acordo com o padrão de relação entre o carbono e nitrogênio, há necessidade da triagem final, para retirar os materiais ainda recicláveis e eventuais contaminantes (objetos metálicos, etc.). O restante vai para trituração (padronização e homogeneização) (SILVA, 2009).

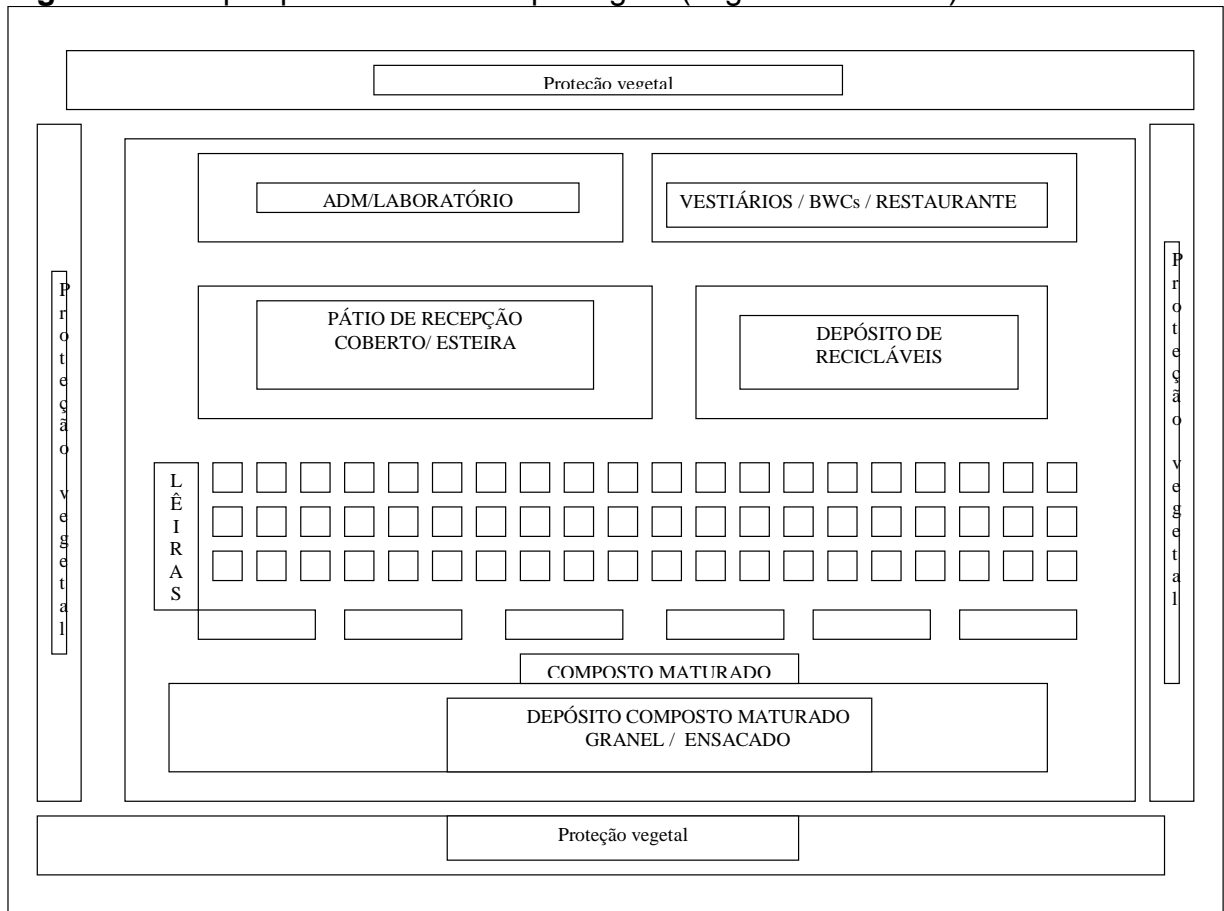
Apesar de eliminar todas as bactérias patogênicas, coliformes e estreptococos e haver o monitoramento através de uma equipe multidisciplinar que inclui químico, biólogo, engenheiro sanitário e civil, deve-se evitar o consumo de vegetais crus adubados com o composto resultante. Além disso, deve ser evitada a inserção de carne *in natura* e mesmo cozida na formação do composto, porque isto torna o processo de compostagem mais demorado) (SILVA, 2009).

Nos métodos mais rudimentares, a aeração das leiras se faz por inversão de posição através de pás ou forcados de dentes, sendo, portanto, um trabalho manual. Em instalações de maior porte, essas operações contam também com o auxílio de tratores e máquinas para o revolvimento do material. Um processo com essa característica dura de 45 a 60 dias, a contar da recepção à expedição (PEREIRA NETO, 1996; PEREIRA NETO, 1995).

Além da área de maturação das leiras, um sistema de compostagem necessita de um pátio de recepção com possibilidade de armazenamento mínimo para os dias chuvosos e de um pátio de expedição, onde o material pode ser avaliado quanto a sua qualidade. É necessária ainda a previsão de uma área de estocagem do composto, para os períodos de entressafra ou manutenção de um estoque regulador. Outras áreas de uso geral também devem ser previstas (escritório, banheiros, restaurante, almoxarifado, garagens, oficina, etc.) (SILVA, 2009).

Considerando-se uma cidade com população de 100 mil habitantes, com uma geração diária de 50 t de resíduos, o aproveitamento de 5% deste montante para compostagem, ou seja, cinco toneladas por dia estima-se a necessidade de uma área de cinco hectares já com previsão de ampliação futura e capacidade de manejo de até a quantidade total (50 t - Figura 02) (nota do autor).

Figura 2 - Croquis para área de compostagem (sugestão do autor)



Fonte: o autor (2012)

Na Figura 02 observa-se a sugestão de uma área com proteção vegetal, externa em todos os lados com vistas a impedir emissões de odores indesejáveis e danos estéticos à paisagem, sugere-se escritório da administração com um local para laboratório para testes locais. É necessário área para refeitório / restaurante, com banheiros com chuveiros e vestiários para os trabalhadores, pátio de recepção coberto com esteira e mesas de separação, depósito para recicláveis com prensa e balança, uma extensa área para as leiras de compostagem, sendo necessário uma leira para cada dia do período de maturação, além de área coberta para depósito do composto maturado e carregamento.

O processo artesanal pode ser aplicado também em empresas, restaurantes, associações, universidades ou bairros e comunidades com população reduzida.

A compostagem doméstica é composta de um método pró-ativo para desviar orgânicos do fluxo de resíduos, levando à redução dos custos associados à armazenagem, transporte e disposição final (MOHEE, 2002, p. 42).

3.7.2.2 A compostagem acelerada em leiras

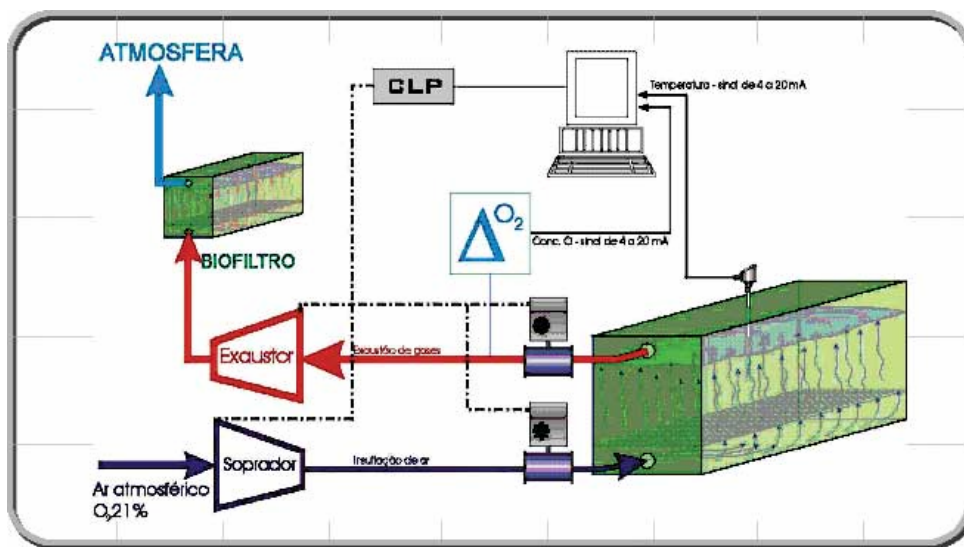
Uma das diferenças entre os sistemas artesanais e os sistemas acelerados é a introdução de tecnologias de aeração das leiras, com a injeção de ar para o interior destas. Tais como utilização de chorume reinjetado, ou de lama de esgoto, para encapsular e acelerar ainda mais a compostagem; a utilização de material biológico para diminuir o tempo de compostagem; a utilização de outros equipamentos de capital intensivos, como compostagem em ambiente fechado, além da utilização de pás carregadeiras para revolvimento do material a ser composto.

Classicamente existem três métodos de aeração forçada: 1) aeração forçada por insuflação de ar, ou *Windrow*; 2) insuflação de oxigênio nas leiras e 3) a utilização de aceleradores e/ou catalisadores no processo de compostagem (MEISER, 2007; SILVA, 2009).

O Método *Windrow* (linhas de ventilação nota do Autor) é utilizado na cidade de Belo Horizonte e consta de linhas de ventilação forçada; nesse caso, recomenda-se a utilização de material palhoso 40% (galhos, folhas, restos de árvores, serragem) e 60% de material orgânico.

A aeração forçada por insuflação de ar consiste na injeção controlada de ar nas leiras, através de ventiladores e de tubulações (SILVA, 2009). Com a utilização da aeração forçada, com a injeção de ar, a preparação do composto dura de 14 a 28 dias, a contar da recepção à expedição entre compostagem e cura. Dessa forma, a área estimada para o encaminhamento de 5 t/dia seria reduzida para dois hectares como pode ser observado no croqui do sistema Kner na Figura 03.

Figura 3 - Sistema Kner de aeração forçada



Fonte: Tibagi Engenharia Construções e Mineração (1995).

O segundo sistema é a introdução de oxigênio líquido diretamente nas leiras ou células que se queira compostar, podendo esta técnica ser usada na recuperação de aterros sanitários. Este método estava sendo empregado com este fim no município de Maringá no Paraná, onde eram usados *containers* para fazer às vezes da célula e injetava-se o oxigênio líquido. Isso possibilitava que além do composto orgânico de ótima qualidade, recuperassem materiais recicláveis contidos na massa de resíduos do aterro (incluso no Capítulo 4).

Existem instalações em que se mescla o processo biológico com o processo mecânico que consiste no revolvimento forçado do material através de peneiras e túneis, como vemos abaixo: Em instalações de Tratamento Mecânico e Biológico (BMT) a fração orgânica dos resíduos sólidos municipais (OFMSW) é estabilizada por meio de dois processos de tratamento biológicos, digestão anaeróbica e compostagem aeróbica. Estas técnicas são usadas em combinação

com os objetivos de recuperação de materiais, produzindo energia e minimizando a quantidade de resíduos a ser aterrada. O tratamento aeróbico oferece uma estratégia sustentável de tratamento que combina estabilização dos resíduos e recuperação de nutrientes, onde o produto é usado para aplicação na recuperação de solos. Por outro lado, a digestão anaeróbica tem a vantagem de geração de energia, entretanto, produz resíduos sólidos (digeridos) que é conduzido para compostagem aeróbica no mínimo por quarenta dias com intermitente aeração por 5 horas diárias (ABDULLAHI et al., 2008 apud MONTEJO et al., 2010, p.8268).

É importante a manutenção de certo nível de umidade para acelerar e manter o processo de compostagem. A umidade é um essencial requerimento para o crescimento de micro-organismos; para a digestão da maioria dos resíduos orgânicos biodegradáveis. É necessário para alcançar o nível adequado de umidade (50-60%) e suficiente aeração para o metabolismo microbial ser ativado. Para este propósito, a irrigação dos lixiviados por meio de recirculação é usada para assim o volume de lixiviados ser minimizado.

A maturação do composto toma lugar nas leiras construídas (em nove de 10 plantas estudadas) ou túneis para evitar odores desagradáveis que são produzidos durante o revolvimento. As leiras são usualmente de forma triangular ou trapezoidal a com dimensões de 1,5 metros de altura por 2 a 3 metros de largura e 20 metros de comprimento e permanecem assim por no mínimo um mês ou mais, e se houver suficiente espaço, recomenda-se 10 semanas (HAUG, 1993 apud MONTEJO et al., 2010, p. 8270).

O tempo de maturação do composto, também chamado Tempo de Residência, é importante no processo de compostagem.

O Tempo de Residência Hidráulica (HRT) mais comum usado na digestão de OFMSW é de 20 dias, depois deste tratamento e centrifugação, o produto sólido chamado digestor é obtido. O digestor é introduzido nos túneis de compostagem com o propósito de reduzir umidade e a fitotoxicidade e então será submetida ao mesmo processo do composto: maturação e refinamento (MONTEJO et al., 2010, p. 8269).

Um tempo de maturação do composto baixo, pode alterar a qualidade do mesmo, pois, impossibilita uma completa degradação com consequentes problemas: presença de patógenos, baixo conteúdo nutricional, matéria orgânica não estabilizada e grande volume de composto obtido. O processo

de compostagem é exatamente o mesmo em todas as instalações Mecânicas e Biológicas de Tratamento (MBT) da região: os túneis têm o chão perfurado permitindo a aeração e a coleta de lixiviados e uma rede de tubos para irrigação e coleta de gases produzidos durante o processo de compostagem. As variações do processo de controle são usualmente três: temperatura (medida com uma sonda inserida no material em processo de compostagem), umidade e fornecimento de oxigênio (usualmente fixado como um função da temperatura média ou da concentração de oxigênio na exaustão de gases (DE GUARDIA et al., 2008 apud MONTEJO et al., 2010, p. 8270).

3.7.2.3 A 'compostagem anaeróbica' por biodigestores

A 'compostagem anaeróbica' por meio de biodigestores se destina à inertização de resíduos orgânicos. Esse sistema tem sido adotado no Brasil para o processamento de resíduos oriundos da criação de aves e animais em áreas agrícolas. O material orgânico oriundo destas culturas, se usado sem a devida cura, deteriora a qualidade da terra em vez de corrigi-la.

Os animais criados de forma intensiva, como porcos, perus, galinhas, e bois produzem grande quantidade de fezes que acabam virando um problema ambiental para o produtor. Países como Holanda e Alemanha limitam a criação dos animais, justamente pela grande quantidade de geração de dejetos e a impossibilidade do produtor tratá-los adequadamente (NOVAES, 2002).

Os biodigestores aceleram a cura, garantindo um material passível de ser utilizado em uma grande variedade de culturas agrícolas.

Os biodigestores também têm sido utilizados no tratamento do material retirado de fossas sépticas e lodos de esgoto, além de resíduos oriundos da raspagem de ruas e valetas.

Os biodigestores têm sido classicamente utilizados por comunidades isoladas, em vários países, com o objetivo de produzir gás metano para cocção, aquecimento, iluminação e, algumas vezes, para pequenas conversões em energia elétrica.

O uso de biodigestores para o processamento de resíduos orgânicos municipais tem sido adotado em escala maior, em países com Alemanha e Holanda entre outros.

3.7.3 A Compostagem no Mundo Contemporâneo - Algumas Experiências de Interesse

Existem experiências de compostagem bem sucedidas no Brasil; entretanto, no Paraná a compostagem é ainda uma experiência recente.

O Estado do Paraná existe um sistema bem artesanal operando na cidade de Bituruna cuja operação é feita pela própria prefeitura com funcionários exclusivos para a função.

A ausência de Planos Diretores Municipais voltados para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos faz com que não haja soluções de continuidade, o que gera políticas aleatórias e equivocadas de gestões.

Ensinam Lelis e Pereira Neto (2001):

Embora a compostagem seja considerada um tratamento eficiente da parcela orgânica do resíduo, muitos fatores têm dificultado seu avanço no Brasil". Dentre eles, são citados: falta de conhecimento e critério técnico na implantação de usinas; falta de diagnóstico de planejamento em relação a locais onde serão implantadas as usinas, incluindo a falta de dimensionamento da quantidade de resíduo a ser processada; adoção de tecnologias importadas; implantação de sistemas incompletos; ofertas de usinas sem levar em conta as diferentes realidades; falta de participação da população e de qualificação de mão de obra; falta de controle operacional no processo de compostagem; e falta de monitoramento de qualidade do composto (apud SILVA; MENDES; BARREIRA, 2009, p. 87-88).

Quanto à falta de controle operacional no processo de compostagem, Pereira Neto (1996) destaca alguns aspectos que contribuem para os problemas e, conseqüentemente, para o descrédito destes sistemas, são eles: ineficiência no processo de triagem do resíduo; pátios de compostagem mal dimensionados; processos anaeróbios de decomposição, devido a inexistência de revolvimento; processos desenvolvidos sem controle de fatores que regem a decomposição como umidade, temperatura e oxigenação; fase de maturação não concluída; falta de controle dos impactos ambientais negativos do processo, quando este não é bem operado como por exemplo a produção de odores e de chorume .

Alguns municípios brasileiros adotaram a compostagem por um curto período de tempo, ao longo de uma gestão municipal, sem o cuidado de conscientizar a população com relação à separação dos resíduos sólidos na fonte. Muitos destes casos fracassaram pela falta de continuidade e deixaram uma marca

de inadequação difícil de ser revertida. Uma parte dos fracassos decorreu da ausência de dimensionamento do sistema e do controle da qualidade do produto.

Algumas dessas experiências são apresentadas na tabela 01. Lima (2004) e Barreira, Coscione e Abreu Junior (2005, 2009) Silva (2009)

Tabela 1 – Usinas de triagem e compostagem instaladas no Brasil.

Local	Sistema	Capacidade	Situação Atual
Niterói-RJ	Beccari	-	Operando
Recife-PE	Beccari	-	Operando
Maceió-AL	Beccari	-	Operando
Brasília-DF	Dano	400	Operando
Vila Leopoldina-SP	Dano	800	Desativada
São Matheus-SP	Dano	200	Parada
Santo André-SP	Dano	150	Desativada
S. José dos Campos-SP	Dano	160	Desativada
Belém-PA	Dano	150	Desativada
Belo Horizonte-MG	Dano	150	Operando
Bela vista-RR	Dano	60	Parada
São Sebastião-SP	Faber	35	Operando
Manaus-AM	FairField- Hardy	200	Parada
Araçatuba-SP	Sanurbe	-	Desativada
Bauru-SP	Sanurbe	-	Desativada
Presidente Prudente-SP	Sanurbe	-	Desativada
Adamantina-SP	Gavazzi	20	Operando
Garça-SP	Gavazzi	25	Operando
Parapuã-SP	Gavazzi	23	Operando
São Jose do Rio Preto-SP	Gavazzi	380	Desativada
Assis-SP	Iguaçumec	70	Operando
Bocaina-SP	Stollmeier	7	Operando
Oswaldo Cruz-SP	Stollmeier	25	Operando
Presidente Bernardes-SP	Stollmeier	6	Operando
Matinópolis-SP	Maqbrit	15	Operando
Tarumã-SP	Maqbrit	5,5	Operando

Fonte: Atualizada a partir de Lima (2004), Barreira, Coscione e Abreu Junior (2009) e Silva (2009).

No capítulo quatro serão apresentadas experiências das três regiões metropolitanas do Estado do Paraná, começando por Londrina, sendo seguida por Maringá e finalizando com a Capital do Estado Curitiba.

4 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LONDRINA, MARINGÁ E CURITIBA NO ESTADO DO PARANÁ

O estado do Paraná conta com três regiões metropolitanas, cada qual com um histórico diferenciado com relação à gestão de resíduos sólidos. No sentido de propor um sistema de gestão integrada com possibilidade de adoção por todas essas regiões, é relevante entender como têm se desenvolvido esses processos em cada uma destas realidades.

Neste sentido, será iniciada a descrição pelo Município de Londrina, seguido pelo Município de Maringá, terminando com a região Metropolitana de Curitiba.

4.1 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE LONDRINA

4.1.1 A Cidade de Londrina

Londrina é uma cidade jovem de apenas 76 anos, situada no Norte do Paraná. Conta com 506.701 habitantes (IBGE, 2010). Já foi a capital mundial do café, tem perfil econômico de prestação de serviços, mas em fase de industrialização. É também um polo universitário integrado por sete universidades e dez faculdades, se englobarmos as faculdades teológicas e outras três unidades em nível tecnológico e ainda mais três outras faculdades na região metropolitana de Londrina (Cambé, Ibiporã e Rolândia).

A região metropolitana de Londrina é formada pelos Municípios de Assaí, Alvorada do Sul, Bela Vista do Paraíso, Cambé, Ibiporã, Jataizinho, Londrina, Primeiro de Maio, Rolândia, Sertanópolis e Tamarana.

O sistema de coleta de resíduos de Londrina é composto por empresas privadas e está subdividido em áreas, a saber, varrição e raspagem de ruas, lavagem de praças e logradouros públicos, podas de árvores e conservação de parques e jardins, coleta de lixo, apoio à coleta seletiva e manutenção do aterro. No final de 2010, entrou em operação a Central de Tratamento de Resíduos, incluindo compostagem e tratamento de chorume.

4.1.2 Passivos Ambientais

Os resíduos sólidos domésticos coletados tinham como destino final um aterro controlado numa área a 9 km do centro do município de Londrina na bacia do rio Tibagi. O início da disposição dos resíduos nessa área se deu entre 1977 e 1978, sem qualquer estudo técnico e plano de ocupação da área. Em 1993 iniciou-se a elaboração de um projeto de “Adequação do Sistema de Disposição Final dos Resíduos Sólidos de Londrina” que propunha uma intervenção recuperadora e de preservação do meio ambiente.

Os resíduos de saúde eram coletados separadamente e dispostos na mesma área, porém em valas separadas, onde era feita a calagem e aterramento constantemente. Atualmente os resíduos são enviados para Curitiba e Siqueira Campos e São Paulo para tratamento.

O local pertence ao município de Londrina e é usado pela empresa concessionária enquanto durar a concessão. Eram normalmente permitidas descargas de particulares, exceto de resíduos industriais.

O aterro controlado estava em vias de esgotamento desde meados de 2003, além de estar causando sérios problemas de segurança aos voos domésticos no aeroporto local, em razão de sua proximidade com o aeroporto -1 km da pista. O aterro atraía diversos tipos de aves, algumas de grande porte, que permaneciam no local e colocavam em perigo as aeronaves quando da aproximação do aeroporto ou da decolagem.

O referido aterro contém duas lagoas de chorume que, apesar de bem operadas, representam um risco para os sítios situados abaixo delas, em épocas de muita precipitação pluviométrica, período propício a vazamentos que podem contaminar as áreas vizinhas.

Existe canalização para drenagem do gás metano, mas pelo pequeno volume emanado nunca foi queimado. Com o agravamento da situação do aterro, foram feitas adequações na drenagem com a contratação de nova empresa e instalação de piras para queima do gás metano.

A Figura 4 ilustra os riscos associados a proximidade entre o aterro controlado e o aeroporto.

Figura 4 - Foto Aeroporto de Londrina / aterro controlado desativado, Londrina-PR, 2008



Fonte: Google Earth (2008)

No final da gestão municipal de (2008), houve uma pressão sobre os grandes geradores de resíduos por parte da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA). Em razão disso foi baixado o Decreto Municipal 769/2009, segundo o qual, qualquer gerador comercial ou industrial que gerasse mais de 200 litros diários, seria responsável pela destinação de seus resíduos. Através de uma liminar, a medida foi suspensa até o início da atual gestão municipal (janeiro de 2009). Esta legislação está sendo cumprida efetivamente desde abril de 2010, com a alteração para 600 litros semanais, seja qual for a frequência de coletas semanais.

Destaca-se que vários geradores, tais como restaurantes e hotéis, foram taxativos em afirmar que nem sequer fazem a separação dos recicláveis.

Em abril de 2010, alguns grandes geradores terceirizaram as coletas de orgânicos, mas a maioria destes, aproveitando-se da falta de fiscalização, continuavam fracionando e colocando seus resíduos junto à coleta tradicional em desrespeito à norma.

Em janeiro de 2011, na eminência de ter a primeira célula da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) comprometida em pouco tempo, a Prefeitura de Londrina começou a notificar e posteriormente a multar os restaurantes, lanchonetes e bares com produção semanal de resíduos superior a 600 litros. Esses geradores teriam de apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e

comprovar o encaminhamento desses resíduos, seja para cooperativa seja para empresa prestadora de serviços; as multas iniciais, no começo de 2011, foram de R\$ 1.000,00 por infração.

Eram ainda destinadas cerca de 330 t de lixo diariamente para o aterro controlado. Destas estima-se que cerca de 110 t de recicláveis ainda não são recolhidas pela coleta seletiva. Apesar da sobrevida adquirida pela reciclagem acreditava-se que, no máximo em um ano e meio o aterro não teria mais condições de receber qualquer resíduo por indisponibilidade de local.

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP), em janeiro de 2010, vistoriou o referido aterro e deu prazo de seis meses para encerrar suas atividades sob pena de multa e interdição, concedendo uma licença especial para abrir uma célula provisória para aterramento na Central de Tratamento de Resíduos.

Existia em 2003, um local destinado para entulhos de demolição da construção civil, de cerca de 280 t diárias, que eram processadas e usadas como matéria-prima para construções de casas populares econômicas, na confecção de ladrilhos e no revestimento de vias não asfaltadas. Este local foi desativado por uma medida judicial, por ser irregular pois, a Promotoria de Infância e Juventude descobriu que crianças garimpavam os resíduos.

A Promotoria Pública, dando-se conta de que, novamente, os caçambeiros estavam utilizando a pedreira abandonada para dispor os entulhos de construção civil, proibiu a disposição. Então os caçambeiros passaram a depositar no aterro. A disposição no aterro controlado, também foi proibida. Atualmente os caçambeiros entregam seu entulho a uma empresa que faz o tratamento mediante pagamento, a Kurica Ambiental.

A Figura 5 mostra a área anteriormente destinada a depósito de entulhos, parcialmente aterrada em meio a bairro densamente ocupado.

Figura 5.-.Foto pedreira antigo depósito de entulhos, Londrina-PR, 2008



Fonte: Google Earth (2008)

4.1.3 As Coletas Especiais

Os resíduos da área de saúde de Londrina: hospitalar, farmácias, clínicas médicas, dentárias, fisioterapia, veterinárias, até 2007, eram depositados no aterro municipal controlado, em valas separadas, somente com a calagem. De tempos em tempos, as células eram revolvidas e colocadas em outro lugar do próprio aterro ocupando-se assim menos espaço físico. Com a proibição e a cobrança dos geradores, em 2008, estes passaram a contratar empresas especializadas para fazer a coleta e destinação final em Curitiba, Siqueira Campos, São Paulo e Chapecó.

Quanto aos pneus, até então destinados ao aterro controlado (2008), com a responsabilização governamental para o recolhimento e tratamento pós-consumo, os fabricantes se reuniram em uma associação e passaram a destinar os pneus para a queima na indústria de cimento e em outras atividades de reciclagem.

Existe um amplo mercado para reciclagem de entulho de materiais de construção, conforme consta na citação de Wilson et al. (2001, p. 333):

Vários dos sistemas municipais também regulam o tratamento de resíduos de construção e, muitas vezes, isso se torna mais da metade da sua tonelagem total administrada. Grande parte deste material é recuperada e reciclada muitas vezes, revendida como

material de construção ou sucata. Nenhuma das áreas do sistema estudado conseguiu resíduos agrícolas, embora várias também façam a disposição de lodo de esgoto.

Desde 2008, a empresa Kurica Ambiental tem a concessão do tratamento dos resíduos de construção civil de Londrina (Decreto Municipal 768/2009), cobrando valores diferenciados por caçamba e por caminhão. A empresa transforma esses resíduos em areia e pedra ecológica e vende para a construção civil onde são usadas na pavimentação e outros fins à exceção de concretagens estruturais. Ao final de 2010 eram coletadas de 800 a 900 t de entulho diariamente (ELORZA, 2010, p. 6).

Essa mesma empresa também recicla (composta) os resíduos dos grandes geradores e tem um sistema especial de coleta principalmente em supermercados (Decreto Municipal 769/2009).

Essa medida resultou na ocorrência de ocorrência de 'bota-fora', situação rara até então na cidade de Londrina. Em 2008, existiam cerca de cento e vinte bota-foras clandestinos operando contrariamente à determinação do município. Para superar esta anomalia, foram criados oito ecopontos em 2010. Esses espaços se constituem, na realidade, em estação de transbordo para pequenos geradores de resíduos, em geral transportados por carroceiros, para evitar que se joguem os resíduos em qualquer lugar. Os resíduos recebidos eram oriundos da construção civil como entulho e deveriam ser destinados como reforço e pavimentação dos acessos ao aterro controlado. Móveis e utensílios deveriam ser reciclados. Podas de árvores deveriam ser destinadas ao depósito de galhos e compostados.

A falta de gerenciamento adequado dos ecopontos possibilitou sua transformação em 'bota-fora' e depósitos a céu aberto. A maior falha é que os ecopontos não são cercados e não há funcionário responsável pelo recebimento dos materiais, que são jogados sem critério, sem separação por tipo de material. O IAP fez uma vistoria em janeiro de 2010 e constatou falhas na operação desses espaços, que não têm licença ambiental e se não forem melhorados serão embargados.

Com a alteração da diretoria da Companhia Municipal de Transito e Urbanização (CMTU) os ecopontos passaram a ser denominados estação de transbordo, o que se adequou mais à realidade existente. A CMTU se comprometeu a cercar os locais e separá-los conforme a destinação.

Em de setembro de 2009, foi implantada a limpeza dos ecopontos e bota-foras clandestinos à noite para viabilizar a utilização de pessoal e equipamento do próprio município. O que foi denominado programa 'Londrina Limpa', porém o material foi destinado a uma área separada do aterro então existente, o que significou recuar nos avanços anteriormente citados.

Já em 2010 a prefeitura do município de Londrina, através da Autarquia Municipal de Cemitérios e Serviços Funerários (ACESF) autarquia que é responsável pelos cemitérios municipais e pelos serviços funerários, criou uma vala provisória no Cemitério da Saudade para deposição de todo o lixo resultante de sua atividade tais como: restos de flores; vasos; caixões; e, ainda recicláveis, no que foi criticada pela imprensa. Por essa razão passou os recicláveis para as cooperativas e aos materiais compostáveis e madeiras para a empresa que faz serviços de reciclagem de entulho de construção civil e compostagem.

Em fevereiro de 2011, em razão da enorme quantidade de casos de dengue, a Prefeitura resolveu fazer a limpeza dos oito ecopontos existentes, ainda sem as melhorias necessárias, direcionando todos os resíduos à célula 1 da CTR. Ainda em fevereiro de 2011, dada a epidemia de dengue a CMTU e cercou alguns ecopontos ou estações de transbordo. Colocou vigias para controlar a entrada dos resíduos.

Há uma empresa de reciclagem de óleos vegetais que tem distribuído vasilhames para a coleta em cooperativas informais, ONGs, associações e grandes geradores, como pastelarias e restaurantes, visando à coleta e à reciclagem de óleo de cozinha. O óleo entregue pela população é trocado por sabão, e serve como matéria-prima para a produção tanto de sabão, quanto de biodiesel. Vários supermercados têm instalado postos de coleta de recicláveis e postos de coleta de óleo, estimulando o consumidor à prática da segregação na fonte de consumo e a sua reciclagem.

Mais recentemente (2010), uma empresa de produção de frangos de Rolândia, criou a BF Ambiental para reciclar óleo de fritura e lançou a Campanha EcoVidas em favor do Hospital do Câncer de Londrina, fornecendo os vasilhames de material reciclável. Para cada litro recolhido, implicava na destinação de R\$ 0,20 para o hospital e a empresa transformava o produto em biodiesel.

Uma medida inteligente foi a adotada por uma farmácia de manipulação (Phloracea) que recolhe remédios vencidos e vasilhames de remédios

e os destina à reciclagem. Isso evita que se contamine o ambiente, como acontece com o descarte incorreto na pia da cozinha ou do banheiro ou junto ao lixo comum. Com isso acabou ganhando o Premio Ozires Silva de Empreendedorismo Sustentável.

Na cidade existia ainda outro depósito somente para aparas de árvores, galhos e folhas que eram triturados, compostados e usados como adubo na produção de mudas para reposição no próprio município. Os troncos e grandes galhos de árvores eram cortados e vendidos para padarias e outros tipos de indústria que necessitassem de madeira como material combustível. Esse local atualmente encontra-se em estado de abandono.

Na Figura 6 observa-se a integração da Central de Galhos com um bairro de alta densidade populacional da cidade e os riscos em caso de incêndios provocados ou por combustão espontânea e a necessidade de sua interdição e atual estado de abandono.

Figura 6 - Foto antiga Central de Galhos, Londrina-PR, 2008



Fonte: Google Earth (2008)

4.1.4 A Coleta Seletiva

Londrina é uma das cidades pioneiras na coleta seletiva no Brasil, juntamente com Curitiba, Porto Alegre, tem recebido vários prêmios nacionais e internacionais com o modelo de tratamento que adotou.

No município de Londrina, a coleta seletiva de lixo reciclável começou em novembro de 1996, inicialmente na zona central, sendo depois estendida a alguns bairros. Antes disso, somente o lixo hospitalar era recolhido separadamente. A coleta seletiva teve razoável sucesso, visto que os catadores logo montaram uma associação para trabalhar. A partir de 2001 o programa de Coleta Seletiva tornou-se prioritário e Londrina passou a contar com uma política de reciclagem de lixo. Foram criadas as ONG's, que em meados de 2002 já eram 27. A quantidade de lixo reciclável passou de 3 para 48 t por dia. Com 20% do lixo produzido em Londrina reaproveitado, índice que colocou a cidade entre as primeiras do Brasil. Segundo o Ranking do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), Londrina está entre as cinco cidades com maior índice de reciclagem do Brasil (MORAES, 2003).

Todo o produto de Coleta Seletiva do município tem como destino a doação para ONG's. Os custos da Coleta Seletiva montam cerca R\$ 47.380,00 por mês para o pagamento de três veículos de coleta tipo baú e um aberto para rejeitos, que fazem cerca de dez viagens dia, levando dos pontos de reunião de coleta das cooperativas (que fazem de porta em porta) até o centro de reciclagem. Além do sistema de coleta, auxiliam o sistema cerca de trinta e cinco unidades de Postos de Entrega Voluntária - PEV que estão estrategicamente distribuídos pela cidade, visando além da coleta, a educação ambiental (MORAES, 2003).

O sucesso das cooperativas na coleta seletiva de porta em porta tem sido tão grande que o aterro municipal ganhou uma sobrevida estimada em 18 meses, com a retirada de grande parte do material reciclável, com grande volume, melhorou sua compactação, reduzindo consideravelmente a cobertura de terra. O novo aterro passou a operar em 2004. Conta com duas lagoas, uma para captação e outra para decantação do chorume. Ambas foram revestidas com uma película plástica, até então o chorume era tratado com carvão ativado. Mesmo após a desativação do aterro, por cerca de 20 anos, as lagoas continuarão em

funcionamento, evitando assim a contaminação do córrego dos Periquitos que deságua no rio Tibagi (MORAES, 2003).

Para diminuir a coleta normal e o congestionamento do aterro atual e do futuro, tem sido intensificada uma campanha para a coleta seletiva. O governo municipal tem estimulado o surgimento de ONG's e cooperativas, fazendo com que um novo contingente de pessoas se ocupe da reciclagem, diminuindo a responsabilidade do município (MORAES, 2003).

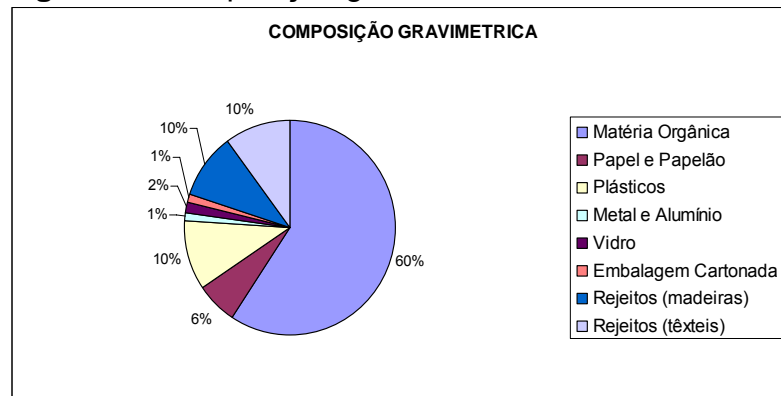
Sempre houve grande resistência dos moradores de condomínios do centro em reciclar, apesar das campanhas e de ser essa população teoricamente mais esclarecida.

Também uma ampla campanha educacional foi intensificada no sentido de aumentar a consciência do cidadão londrinense no sentido de separar a parte reciclável do lixo orgânico. No mês de julho de 2002 houve uma campanha do Sindicato dos Corretores de Imóveis (SECOVI) no sentido de conscientizar todos os síndicos de condomínios no sentido de segregar a parte reciclável do lixo dos condomínios de Londrina (MORAES, 2003).

Na primeira administração da gestão anterior - 2000/2004 - exigiu-se que a coleta seletiva fosse inserida no contrato sem qualquer incremento aos custos, cabendo à concessionária o fornecimento dos sacos verdes e de um caminhão coletor. Atualmente a Prefeitura é que fornece os sacos verdes aos coletores.

Cerca de 98% dos domicílios de Londrina têm seu lixo coletado pelos 13 veículos da empresa concessionária, divididos em áreas. De segundas, quartas e sextas-feiras; de terças, quintas e sábados no período diurno; e, diariamente no centro no período noturno, representando em 2002, um volume de 350 t diárias, 9.128 t mensais e 119.536 t por ano (MORAES, 2003).

Na Figura 7, à exceção dos rejeitos que poderiam ser depositados em aterro, todos os materiais têm mercado, o que justifica a segregação na fonte geradora para preservar a qualidade dos materiais e seu preço final:

Figura 7 - Composição gravimétrica, Londrina-PR, 2005

Fonte: Adaptado de Frésca et al. (2008)

Considerando-se que os resíduos urbanos de Londrina apresentam 60% de material orgânico, 20% de material não orgânico reciclável e 20% de rejeitos, esses dados sugerem a necessidade da compostagem da parcela orgânica, que representa o maior volume dos resíduos.

Em 2011, foi implantada em Londrina, a 'Cesta Verde' a exemplo de Curitiba com o 'Câmbio Verde'. Nas sextas-feiras em bairros de difícil acesso, a Prefeitura troca dois quilos de recicláveis por um quilo de legumes e de frutas da época, estes adquiridos através de concorrência de comerciantes que pesam e fazem a distribuição, e os recicláveis são direcionados a uma das cooperativas de recicladores (TROCA..., 2011, p.3).

4.1.5 A Varrição

Vale destacar que na gestão temporária e na presente gestão houve a presença constante de garis executando varrição em toda a cidade. Anteriormente esta era predominante na área central.

Há também um apurado serviço de varrição depois de feiras livres, no entanto o material não é recolhido de forma diferenciada apesar da abundante fonte de orgânicos (notas do autor).

4.1.6 As Cooperativas de Catadores

Inicialmente, a coleta foi dividida entre as cooperativas informais ou ONGs, como eram erroneamente chamadas, visto que eram informais e não preenchiam os requisitos exigidos de cooperativas, tampouco de ONGs. O que a rigor, não impedia que o município tivesse algum vínculo formal com tais cooperativas, nem pudesse remunerá-las por sua prestação de serviços.

As primeiras cooperativas informais escolheram suas zonas de atuação pela atratividade e oferta dos recicláveis. Era fundamental racionalizar as rotas e destinos para todos trabalharem menos e serem mais produtivos.

Como acontece com a cidade de Curitiba, muitos catadores guardam seus materiais no terreno de suas residências, a céu aberto, o que, além de insalubre para o morador, causa, quando não bem manejado, o acúmulo de água, facilitando a proliferação do mosquito transmissor da dengue. A CMTU tem exigido que os catadores se mantenham somente em barracões ou cooperativas.

São necessárias campanhas de educação ambiental contínuas para obtenção de resultados duradouros e isso não vem acontecendo no município de Londrina, tanto que nos condomínios, onde reside a população de alta renda, tem sido a mais resistentes em colaborar com o sistema.

A Prefeitura inicialmente auxiliou as cooperativas informais cadastradas com organização, treinamento e filiação a uma associação denominada Mil ONG's que era ligada à Companhia de Desenvolvimento de Londrina (CODEL).

Posteriormente auxiliou com alugueis de barracões, cessão do caminhão para a coleta e os sacos plásticos verdes, além de oferecer treinamento com pessoal próprio, professores e alunos da Empresa Junior de Economia da Universidade de Londrina. Isto mostra que o sistema ainda carece de apoio, de subsídios, porque presta um serviço à comunidade, mas este não é reconhecido nem tampouco remunerado.

O sistema de coleta implantado em Londrina funciona da seguinte maneira: a equipe inicia as atividades em uma região, com a distribuição dos sacos verdes, solicitando que a população separe o lixo reciclável e marcando um retorno. Quando isto acontece reúne os recicláveis coletados de porta em porta em um terreno vizinho em monturos e transporta ou aguarda o caminhão cedido pela Prefeitura carregar para o barracão de seleção e triagem. Então são feitas a triagem

e a seleção dos recicláveis e estes são enfardados e compactados e, quando se acumula uma determinada quantidade, são oferecidos em lotes para a venda.

Algumas ONGs têm veículos próprios embora precários, e fazem a coleta às suas expensas, evitando que ocorra furto de seus materiais, nas bandeiras (local de armazenamento temporário a céu aberto) e ganhando celeridade, visto que parte do tempo se utiliza na separação (triagem), enfardamento e pesagem dos recicláveis.

Na Figura 8 observa-se o veículo de coleta de propriedade do coletor e puxado por ele. Na foto à direita observam-se os veículos elétricos de coleta adquiridos pela Prefeitura em convênio com a Usina Binacional Itaipu que tem capacidade de transportar 300 kg e funcionam com duas baterias, o que tornou o trabalho dos catadores mais digno e menos pesado.

Figura 8 - Fotos modificadas carrinho coletor/carrinho elétrico, Londrina-PR, 2008, 2009



Fonte: Londrina (2009b, p. 225)



Fonte: Luporini (2009)

As zonas ou setores de recolhimento de resíduos recicláveis são chamados de bandeiras, uma referência ao sinal característico de cada ONG que demarca os monturos de recicláveis a céu aberto, antes de serem encaminhados à Central de Pesagem e Vendas (CEPEVE). Na concepção dos recicladores, isso evita apropriação do material que eventualmente pode ficar sem ninguém tomando conta. Com essa atitude pretende-se evitar furtos e invasões de setores por desavisados.

A Figura 9 à esquerda mostra um local de aglomeração (bandeira) de recicláveis nos respectivos sacos verdes e à direita o caminhão de apoio fazendo a coleta para posterior encaminhamento à cooperativa ou à CEPEVE para triagem, prensagem e venda.

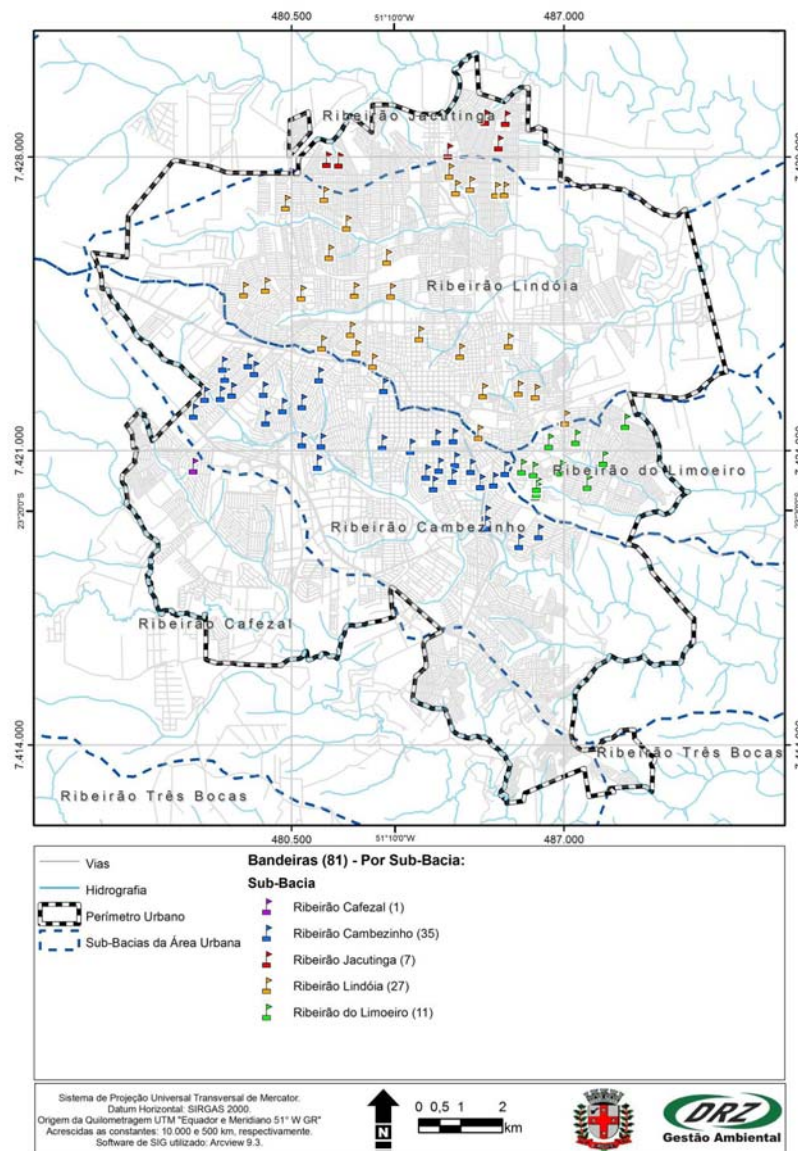
Figura 9 - Bandeiras e seus monturos, Londrina-PR, 2008



Fonte: Londrina (2009b, p. 158)

A Figura 10 apresenta a ampla rede de coleta e os postos de transbordo dos recicláveis (bandeiras).

Figura 10 - Mapa das 'bandeiras' localizadas por sub-bacia, Londrina-PR, 2009



Fonte: Londrina (2009b, p. 263)

Na Central de Pesagem e Venda (CEPEVE), a maioria das cooperativas informais separava, prensava e pesava os resíduos. E, principalmente onde se acumulavam maiores volumes para que fossem vendidos a grandes compradores, através de leilões, eliminando-se a figura do atravessador como acontece com o papelão e latinhas de refrigerante e cerveja

A Figura 11 dá uma visão dos trabalhos realizados no interior da CEPEVE, salientando-se que as prensas foram doadas pelo governo japonês.

Figura 11 - CEPEVE - prensas, Londrina-PR, 2008



Fonte: Londrina (2009b, p. 265)

Não se pode negar, que houve avanços, com a retirada de materiais que iam para o aterro, 28% dos resíduos recicláveis, objetivo inatingível para muitos municípios, mas, além do preço de venda destes e dos subsídios já elencados anteriormente, nada mais recebiam os coletores.

Contrastando com os dados anteriores, enfatiza-se que houve aumento da população e que se atualmente se destinam 330 t ainda ao aterro controlado. Deve-se esta redução principalmente à coleta seletiva que retirou cerca de 140 t dia do fluxo de resíduos, tendo hoje sido reduzida para cerca de 90 t diárias.

O sistema em Londrina funcionou muito bem, a ponto de conseguir a façanha de ter um dos maiores índices de reciclagem na coleta seletiva (28%), e ser a terceira cidade do país em reciclagem. Em setembro de 2008 com a crise mundial, os preços dos materiais recicláveis despencaram, reduzindo consideravelmente o estímulo para a coleta seletiva. O índice de reciclagem recuou. Isto porque houve a desistência de coletores, os que ainda permaneceram em atividade recusavam diversos recicláveis por causa do preço não atrativo, com isso houve um recuo por

parte de uma parcela da população em continuar separando-os e o percentual caiu cerca de 10 pontos percentuais (nota do autor).

Vários grupos de coletores abandonaram suas bandeiras, e a população passou a reclamar por não haver a coleta do reciclável separado. Faltava estímulo aos coletores e como essa prática não lhes dava o necessário sustento para o sustento da família procuravam fazer 'bicos' para sobreviver.

Todavia, se este material era aterrado e esta prestação de serviço era paga a preços de mercado na época em torno de US\$ 50.00 a tonelada em média, variando de período para período. Desta forma, este material não está mais sendo aterrado e é justo que se remunerem quem presta esse serviço. Aí se encontravam entraves burocráticos, isto é, a forma jurídica de reunião das cooperativas informais não permitia a remuneração.

Em setembro de 2009 foi inaugurada a COOPERSIL, uma cooperativa de catadores que se reúnem em um barracão alugado pela Prefeitura situado na zona sul, a qual tem capacidade jurídica de receber subsídios e prestar serviços à prefeitura de Londrina em troca de remuneração. Apesar do avanço, somente 17 cooperativas informais e cerca de 170 cooperados se reuniram em torno da mesma (PEREGRINO, 2009, p. 4).

Com a inauguração da COOPERSIL a prefeitura de Londrina, através da CMTU, pode legalizar a situação dos cooperados, pagando R\$ 0,20 por residência visitada e R\$ 64,00 por tonelada de resíduo reciclável vendida com nota fiscal. Cada cooperado recebe, dependendo de sua produtividade entre R\$ 600,00 e R\$ 800,00 mensais e faz o recolhimento dos encargos sociais e previdenciários (SARIS, 2010, p. 6).

Foi inaugurado recentemente o Entrepasto da Zona Norte da COOPERSIL que conta com elevadores e docas para caminhões de recicláveis (ARAUJO, 2010, p.2).

No final de maio de 2011 foi inaugurado o Entrepasto da Zona Sul C da COOPERSIL que também conta com elevadores, prensa e balança doadas por parceiros. Esta unidade tem 21 catadores e ficará responsável por cerca de 7.000 domicílios (GONÇALVES, 2011, p. 3).

O aluguel de R\$5.000,00 deste barracão é bancado pelo Instituto de Desenvolvimento de Londrina (IDEL) antiga Companhia de Desenvolvimento de Londrina (CODEL) [...] O contrato geral passou de R\$33.000,00 para R\$79.790,00 a

tonelada de recicláveis recolhida e vendida de R\$64,00 para R\$74,78 a remuneração por domicílio visitado, de R\$0,20 para R\$0,22 e a remuneração média de R\$770,00 pode, em alguns casos, atingir R\$2.000,00 com os encargos sociais, pagos pela Prefeitura (GONÇALVES, 2011, p. 3).

A COOPERSIL é composta por 300 catadores que são responsáveis por 50% da coleta de recicláveis da cidade e abrange cerca de 95.000 domicílios. Mais 10.000 da COOPERNORTE encampada por ela totalizando cerca de 105.000 domicílios (PEREGRINO, 2011 p.8) [...]. Existe ainda 200 catadores da COCEPEVE ainda não integrados formalmente ao sistema por resistências políticas e que deveriam ser responsáveis pelos restantes 50% dos domicílios da cidade que totalizam 95.000, mas atendem somente 30.000 (PEREGRINO, 2011, p.8,).

Atualmente o município conta com cinco entrepostos de coleta seletiva: sul norte, leste, oeste e centro. Há outros cinco que estão em funcionamento e serão inaugurados oficialmente. A saber: um na região sul, dois na zona norte e dois na zona oeste [...] .Existem ainda 500 pessoas que fazem uma coleta não-oficial como moradores de rua, pessoas que têm outras atividades como porteiros, zeladores pedreiros os quais recebem os recicláveis diretamente de grandes geradores, atuando de forma irregular (PEREGRINO, 2011, p.8).

O intermediário ou atravessador é uma figura que, em Londrina, tende a ser eliminada, pois as cooperativas informais enfardam os materiais recicláveis e comercializam em lotes que integram a produção das cooperativas, alcançando melhores preços no mercado (Nota do autor).

O aterro controlado deveria ter sido encerrado em meados de 2003, mas sobreviveu até outubro de 2010, em virtude principalmente do sucesso alcançado pela coleta seletiva, que retirou grande parte dos resíduos que iriam para o aterro.

4.1.7 A Central de Tratamento de Resíduos

A área escolhida fica na zona sul, mais precisamente no distrito de Maravilha, embora com forte oposição da população rural. Em se tratando de resistência, Londrina tem um histórico de recusar a instalação de penitenciárias, cadeias públicas, cemitérios, crematórios e mais recentemente a instalação de uma estação de tratamento de esgoto doméstico na mesma região. Só acabou

acontecendo por imposição do ex-governador do estado e da Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (SANEPAR) (nota do autor).

Em 2010, o Ministério Público exigiu que o próximo aterro tivesse uma usina de triagem e reciclagem para reaproveitamento dos materiais recicláveis ainda presentes no fluxo, e uma usina de compostagem dos resíduos domésticos, destinando-se ao aterro somente os resíduos nocivos não reciclados que seriam inertizados e finalmente aterrados. Isto geraria um volume muito menor de metano e chorume e, conseqüentemente, um passivo ambiental muito menor para o referido aterro (nota do autor).

O IAP exige que se continue com a separação dos resíduos na origem, fazendo coro com o Ministério Público, e que exista a compostagem, restando ao poder público local cumprir as determinações.

Com o encerramento da vida útil do aterro controlado, foi exigida a manutenção, o monitoramento e a adequação para sua utilização futura, possivelmente como área de lazer ou simplesmente um bosque.

No caso específico de Londrina, já existe um projeto de manejo para o período posterior ao encerramento do aterro, que consiste no monitoramento de gases, chorume e adequação da área para utilização posterior.

O município, pressionado pelas autoridades, desenvolveu audiências públicas para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, segundo a Lei Federal 11.445/2007, que trata do fornecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e impermeabilização de terrenos, além da gestão de resíduos sólidos. Tendo sido aprovado o texto e encaminhado para a Câmara de Vereadores, foi aprovado em julho de 2010 e sancionado pelo prefeito no final do mesmo mês (nota do autor).

Sem este Plano de Resíduos Sólidos, o Município não teria acesso a financiamentos específicos federais e tampouco condições de licitar os serviços por prazos longos. Todos os contratos atuais são realizados em caráter emergencial, em virtude da impossibilidade de concorrência o que faz com que a Prefeitura acabe pagando um preço superior.

Com a aprovação do Plano Municipal de Saneamento Básico, está sendo criada uma agência reguladora de serviços de saneamento a qual compete licitar todos os serviços pertinentes até dezembro de 2010, o que acabou não acontecendo até outubro de 2011 (nota do autor).

Em 2011 a CMTU lançou um edital de licitação, a exemplo do que ocorreu em Curitiba com os serviços em bloco, sem a possibilidade de formação de consórcios, o que causou estranheza ao Ministério Público e a ONGs ambientais que pediram a nulidade do ato. Da mesma forma que em Curitiba, se englobados todos os serviços, somente grandes grupos teriam condições de concorrer, excluindo empresas menores do certame. No edital apresentado nota-se a ausência de preocupação com o tratamento dos resíduos, uma vez que ele contempla apenas o transporte até a CTR (nota do autor).

Em maio de 2011 foi lançado novo edital para esses serviços por cinco anos, e novamente o processo foi embargado pelo Ministério Público.

Atendendo ao Ministério Público e ao IAP, no mês de setembro de 2010, iniciou-se a coleta seletiva em caráter experimental, inclusive com a separação de orgânicos e rejeitos na região central, com a deposição na primeira célula da nova Central de Tratamento de Resíduos. Nessa proposta está previsto o aproveitamento de orgânicos através da compostagem. A coleta deverá ocorrer no período noturno, como já acontece, e em dias alternados de segunda a sábado começando com a coleta de orgânicos seguida da de rejeitos e mantendo-se a escala de coleta seletiva da mesma maneira pelos coletores de cooperativas (KOMARCHESQUI, 2010).

A previsão da utilização da CTR é de 30 anos, com capacidade de 400 t diárias, estimando-se a produção de Londrina em torno de 340 t diárias, inicialmente, por determinação do IAP, deverão ser compostados 40% da matéria orgânica, mas se desviadas grande parte dos recicláveis do aterro e reciclada a quantidade inicial exigida pelo IAP, a previsão é que a primeira célula se encerre em 5 anos (KOMARCHESQUI, 2010).

No final de janeiro de 2011, o Conselho Municipal do Meio Ambiente (CONSEMMA) visitou as instalações da CTR e constatou que a primeira célula estava quase que totalmente tomada, com a presença significativa de recicláveis. Os orgânicos também não estavam sendo devidamente separados e, nas palavras de seu presidente, o Eng. Fernando Barros, “pouca diferença temos hoje com a CTR do aterro controlado anterior”(nota do autor).

Constata-se que a região central de Londrina sempre foi refratária à coleta seletiva, visto que os condomínios desta área foram os últimos a aderir à coleta seletiva anterior e é onde se encontra a maior ausência de separação dos

resíduos. Se não houver uma ação efetiva do Ministério Público no sentido de garantir a obrigatoriedade de separação na fonte, corre-se o risco do esgotamento prematuro da célula em uso (nota do autor).

Dentre os materiais previstos para reciclagem destacam: papel, papelão, embalagens, latas, garrafas plásticas de refrigerante, caixas de leite, vidro, cacos de vidro, isopor e madeira, sempre acondicionados nas embalagens verdes cedidas pelos coletores (CMTU, 2010).

O rejeito consiste de papel higiênico, absorventes, fraldas descartáveis, guardanapos e papel toalha já utilizados, papéis engordurados e sujos, 'bitucas' de cigarro e deve ser acondicionado somente nas embalagens pretas(CMTU, 2010).

Os orgânicos consistem de todos os restos de comida, verduras e frutas estragadas, legumes, ovos, restos de pão, pó de café, que podem ser colocados em qualquer embalagem diferente das anteriores, mesmo em sacolas de supermercados (CMTU, 2010).

As pilhas, baterias, lâmpadas, pneus, lixo eletrônico e óleo de cozinha continuam coletados separadamente nos seus respectivos programas(CMTU, 2010).

Na Figura 12 observa-se a primeira célula destinada aos resíduos da parte central da cidade e com detalhamentos da geomembrana impermeável, das tubulações de PVC perfuradas de coleta de efluentes.

Figura 12 - Vista parcial da primeira célula da CTR - tubulação e Membrana, Londrina, 2010



Fonte: o autor (2010).

Em 29 de outubro de 2010 foi inaugurada a primeira fase das obras da nova Central de Tratamento de Resíduos de Londrina (CTR); as operações iniciaram em 01/11/2010, verifica-se nas fotos seguintes o andamento das obras.

Na Figura 13 observa-se a manta bidim protetora da geomembrana impermeabilizante com a nova tubulação de PVC perfurada e a camada de pedra marroada com vista a proteger de perfuro cortantes a referida geomembrana.

Figura 13 - Célula 1 com nova manta e pedras marroadas, CTR, Londrina, 2010



Fonte: o autor (2010).

Na Figura 14 observa-se em detalhe uma das células do barracão de compostagem com a grelha de coleta de efluentes.

Figura 14 - Uma das células do barracão de compostagem CTR, Londrina, 2010



Fonte: o autor (2010).

Nas Figuras 15 e 16 observa-se em detalhes a usina de triagem comprada pelo município há 13 anos, mas que não havia sido implantada desde então.

Figura 15 - Usina de triagem, CTR, Londrina, 2010



Fonte: o autor (2010)

Figura 16 - Usina de triagem detalhe esteiras, CTR, Londrina, 2010



Fonte: o autor (2010)

Em visita técnica realizada em março de 2011, constatou-se que as metas para operação da primeira célula não foram cumpridas. De um lado porque uma grande parcela da população não estava fazendo sua parte e, por outro, porque em razão da recente epidemia de dengue foram descartados vários resíduos recicláveis e orgânicos sem a consequente separação; a compostagem prevista inicialmente para 40% dos resíduos não vem sendo feita e os resultados são incipientes, e de amadores, como se observa nas Figuras de 17, 18 e 19 explicadas a seguir

Figura 17- Disposição de Resíduos na Primeira Célula detalhe, CTR, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011).

Figura 18 - Barracão de compostagem resíduos misturados e ensacados, CTR, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Figura 19 - Usina de triagem detalhe esteira de entrada e resíduos, CTR, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011).

Observa-se que, decorridos quase cinco meses da inauguração da CTR, muitos resíduos recicláveis estão sendo aterrados juntamente com grande quantidade de resíduos orgânicos, o que não causa surpresa. Visto que a meta de compostagem era 40%, quase nada foi compostado e a primeira célula, a continuar a presente situação, deverá ser encerrada dentro de muito pouco tempo, contando com a compactação.

Existe um pedido junto ao IAP para extensão da primeira célula e abertura de outra, e está dependendo de licença ambiental. A compostagem que está sendo feita até hoje, um volume insignificante, não apresenta as técnicas conhecidas e exigidas; faltam equipamentos. Deveria haver, na área de descarga, uma esteira ou mesa para rasgar os sacos plásticos e dosar a relação de orgânicos com fontes de carbono, o que não vem acontecendo. Examinando-se a pequena amostra superficial de orgânicos (4,00 x 4,00 x 0,40 – pouco mais que 5 m³) nota-se que está com boa aparência, mais logo abaixo percebe-se um gradiente de calor, o que sugere que não está ainda perfeitamente estabilizada. Não foram observadas leiras de cura, acompanhamento de umidade e calor. O material chega à noite e é depositado nos barracões de compostagem sem que sejam rasgados os sacos e fica por dias aguardando a operação, exalando mau cheiro, atraindo vetores e vertendo chorume.

A usina está sendo operada em tempo parcial e tem de ser operada em um tempo mais longo; para tanto, é preciso construir várias leiras, uma para cada dia ou turno, e acompanhar o processo de maturação que, sem aceleradores, pode levar até 60 dias, se revolvido e aerado adequadamente.

Apesar de orientados (existe um projeto feito por competente engenheiro ambiental) por uma empresa que opera temporariamente (Revita), o processo ainda é amador, experimental, nem se aproxima do artesanal (bem operado).

Com a recente crise da dengue foram feitos esforços para limpar vários bota-foras, ecopontos e áreas de depósito particular de recicladores situadas em fundos de vale. Para surpresa do autor, da imprensa, da Promotoria Pública do Meio Ambiente e IAP, todo material foi direcionado, para separação, ao antigo aterro que se encontrava fechado e poderia abrigar somente galhos para compostagem.

No final de agosto de 2011 a Prefeitura, através da CMTU, fez um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com o IAP e a Promotoria Pública do Meio Ambiente. Através dele, se compromete a limpar no prazo de 60 dias, todos os ecopontos e, separar todo material reciclável direcionando-o às cooperativas de recicladores. E ainda, depositar todo material inservível em uma vala aberta no antigo aterro sanitário especialmente para esse fim. Além disso, compromete-se ainda a retirar todo o chorume excedente da CTR e direcioná-lo para dispersão no antigo aterro sanitário. Já o produto de aparas de árvores será direcionado para uma pedreira em que hoje funciona o Serviço de Pavimentação de Londrina (PAVILON), e serão separados os troncos e cavacos para a venda a interessados e a parte remanescente colocada em uma vala.

4.1.8 A Central de Tratamento de Resíduos da Kurica Ambiental (CTR)

No final do mês de maio de 2011 em uma visita técnica à nova Central de Tratamento da Kurica Ambiental, constatou-se que esta atende melhor aos anseios da população do que a CTR Municipal em relação ao meio ambiente, como se relata a seguir:

A central recebe normalmente resíduos de entulho em caçambas e em caminhões. O material chega e é selecionado em um local onde todos os resíduos de madeira são depositados. Posteriormente, são encaminhados para um

triturador que os transforma em cavacos, usados para manter a umidade em jardins, floreiras, e árvores recém-plantadas, mas normalmente são usados como combustível em caldeiras.

O material reciclável, como latas, latas de alumínio, garrafas de vidro, garrafas de PET, plástico, vai para o barracão onde é selecionado, para posteriormente ser vendido em lotes.

Todo o material proveniente de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) vai para um britador, onde é transformado em rachão (pedras em pedaços maiores), que é destinado à pavimentação, (e ainda para base e sub-base de construções), e em pedra 1, pedrisco e areia ecológica. Este material pode ser utilizado na confecção de blocos, de ladrilhos e tijolos inteligentes e em concretagens não-estruturais. É comercializado a R\$25,00 o metro cúbico no caso do rachão, da pedra 1 e do pedrisco, compostos unicamente de concreto e a R\$15,00 os mesmos produtos mistos (areia, tijolo e concreto) (KURICA SELETA AMBIENTAL, 2011).

Uma das mudanças positivas notadas na cidade é que os empresários da construção civil passaram a reciclar vários materiais na própria obra aproveitando-os em outros serviços. Com isso o desperdício que antes chegava a 30%, reduziu sensivelmente. Essa prática foi imposta pela alta dos materiais e também porque todos tiveram de gerar seus PGRS, tornando-se um ganho de *marketing*, gerenciar melhor seus resíduos, ou melhor, reaproveitá-los.

Parte do material, a areia procedente de entulho, é usada também como adubo em experimentos da Embrapa como substrato substituindo a terra; os resíduos de tijolos e telhas como facilitadores da circulação de água. Mas, estamos ainda a uma distância muito grande de países, como a Bélgica e a Dinamarca, que reciclam cerca de 80% de seu entulho de construção civil (REDE GLOBO, 2011).

Os supermercados enviam como já se mencionou no decorrer do trabalho, seu resíduo que é separado; em: recicláveis para reciclagem, a matéria orgânica para compostagem e os rejeitos para aterramento.

A cidade de Ibiporã vizinha à Londrina tem destinado seu resíduo para ser tratado pela Kurica. Todo resíduo é separado em reciclável, orgânico e rejeito. Recicla-se a parte reciclável, composta-se a parte orgânica e aterra-se somente o rejeito.

O composto orgânico resultante dos processos ainda não tem um mercado cativo, mas é oferecido por R\$80,00 a tonelada e normalmente é doado a entidades que o usam em jardins mantidos por empresas.

Em uma das empresas terceirizadas, a Serquip Tratamento de Resíduos, funciona a autoclavagem de material hospitalar proveniente, uma parcela da cidade de Cascavel. Em um forno, o material fica por 27 minutos a uma temperatura de 150 graus centígrados, com uma pressão de 5 kgf/cm², depois é direcionado a um moinho onde é triturado e encaminhado para aterramento, como pode se observar na figura 20.

Figura 20 - Forno e moinho de material autoclavado da Serquip, Kurica, Londrina, 2011



Fonte:Kurica Seleta Ambiental (2011)

Na Figura 21 observa-se o barracão de seleção de recicláveis e de orgânicos e suas esteiras de separação.

Figura 21 - Barracão de seleção de recicláveis e orgânicos esteiras, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Na Figura 22 observa-se o barracão de seleção de recicláveis e os fardos de papel

Figura 22 - Barracão de recicláveis fardos de papel, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011).

Na Figura 23 observam-se as baias 2 e 3 cobertas para compostagem. À direita fica a grelha de coleta de efluentes

Figura 23 - Baias de compostagem detalhe na direita grelha, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Nas Figuras 24, 25 e 26 observam-se o triturador de entulho da construção civil e os montes de pedra 1 e de areia ecológica

Figura 24 - Triturador de entulho, Kurica, Londrina 2011



Fonte: o autor (2011)

Figura 25 - Pedra 1, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Figura 26 - Areia ecológica, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Na Figura 27 observa-se uma pilha de cavacos que podem ser destinados a queima em caldeiras ou para manutenção de jardins

Figura 27 - Pilha de cavacos barracão coberto, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Nas Figuras 28 e 29, observam-se duas leiras de composto, uma em fase de revolvimento ainda em maturação com vapores saindo da pilha e a outra de material já estabilizado, ambas a céu aberto.

Figura 28 - Leira de compostagem revolvida vapores emanados, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Figura 29 - Leira de compostagem estabilizada, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

Na Figura 30 observam-se as valas de rejeito devidamente revestidas e aterradas com uma camada de areia e de rachão e posteriormente com terra.

Figura 30 - Vala de aterramento de rejeitos manta e dreno, Kurica, Londrina, 2011



Fonte: o autor (2011)

4.2 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE MARINGÁ

4.2.1 A Cidade de Maringá

Maringá é uma cidade situada no norte do Paraná, fundada em maio de 1947. Tem 65 anos. Conta com uma população de 357.177 (IBGE, 2010). Foi fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, antiga Paraná *Plantation* responsável também pela fundação de Cianorte (que tem o nome da sigla da companhia) e Umuarama.

Surgida no período de ouro do ciclo do café, apresenta diversificada produção agrícola: soja, algodão, milho, cana-de-açúcar, trigo, sendo também grande produtora do bicho-da-seda. Os setores industriais de mais destaque são: alimentação, confecção, agroindústria, metal-mecânico e outros.

É também um pólo universitário capitaneado pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) que tem campus em várias cidades (Cianorte, Cidade Gaúcha, Diamante do Norte, Goioerê, Ivaiporã, e Umuarama) e tem ainda, oito centros universitários e faculdades.

Seu progresso aconteceu harmoniosamente sem que ela perdesse as características de cidade planejada, onde a consciência pela preservação da natureza impôs farta arborização. Conta com 40m² de área verde por habitante (sendo 27m², correspondente à arborização de ruas e praças e 13m² reservas e parques, no perímetro urbano (MARINGÁ, 2003).

A partir de 1998, tornou-se sede da região metropolitana, integrada, além de Maringá, pelos municípios de Sarandi, Paiçandu, Mandaguaçu Marialva, Mandaguari, Iguaçu e Ângulo.

É uma cidade cujo crescimento obedece a um plano de desenvolvimento, e é planejada de acordo com as orientações da companhia fundadora que exigia largas avenidas, muitas praças e espaços para árvores. A preocupação era elaborar um plano, em que praças, ruas e avenidas fossem demarcadas, considerando-se, ao máximo, as características topográficas da área, a proteção e preservação do verde nativo, tudo conjugado com a organização do uso do solo.

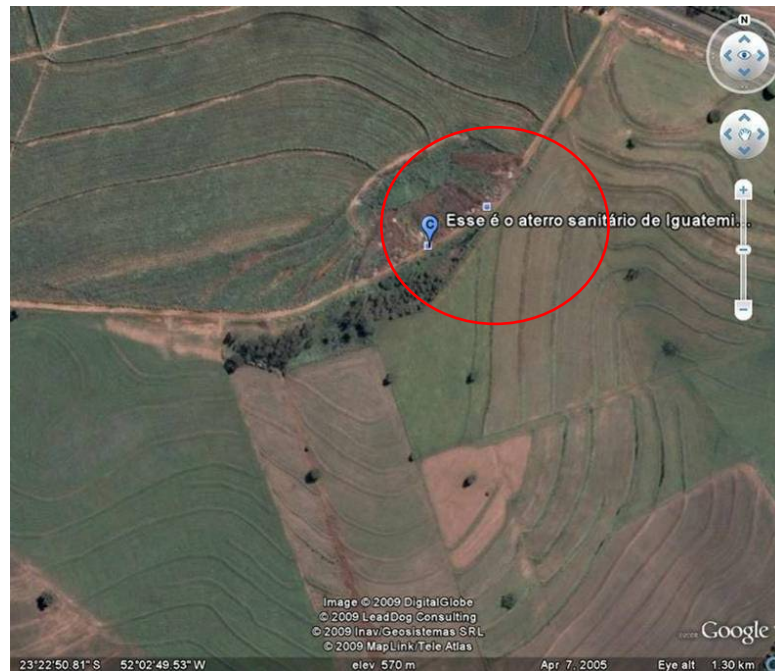
Tais preocupações ficam evidentes, quando se observam os traçados das suas amplas ruas em curva de nível e avenidas, estas com canteiros centrais.

4.2.2 Passivos Ambientais

Infelizmente, como a maioria das cidades brasileiras, Maringá tem também seus problemas, um deles grave é o ambiental. O atual aterro teve sua ocupação iniciada em 1974, sendo uma área de deposição de resíduos a céu aberto, com um aumento considerável de geração de resíduos, hoje na ordem de 300 t diárias. Enfrentava ainda o complicador da presença de catadores e pássaros que colocavam em risco os voos ao aeroporto local, distante cerca de 5 km.

Observa-se na Figura 31, o aterro controlado de Maringá fica em uma área rural com possibilidades de contaminação das áreas vizinhas, não tem lagoas de tratamento de chorume, drenos, piras, e além dessa desvantagem tem ainda a presença de catadores e pássaros.

Figura 31 - Aterro controlado de Iguatemi, Maringá-PR, 2009



Fonte: Google Earth (2009)

Pode ser observado na Figura 32 que a situação do aterro a céu aberto de Maringá era preocupante, com a presença de catadores e vetores e sem qualquer tipo de tratamento.

A Prefeitura de Maringá sofreu um processo judicial que culminou com a interdição do aterro no qual ficou impedida de colocar qualquer novo volume de lixo sendo obrigada a recuperar todo o passivo ambiental.

Figura 32 - Aterro / lixão e a presença de catadores, Maringá-PR, 2007



Fonte: Maringá (2007)

4.2.3 As Medidas Saneadoras

Em resposta ao problema, a Secretaria de Meio Ambiente buscou formar uma equipe que pesquisasse as tecnologias existentes para tratamento dos resíduos sólidos, a fim de recuperar e remediar a área do aterro existente, instalando um projeto-piloto da tecnologia escolhida, como se observa na Figura 33.

Figura 33 - Medidas de recuperação do aterro/ lixão, Maringá-PR, 2007



Fonte: Maringá (2007)

Na Figura 33 é observada em primeiro lugar a situação anterior bem próximo de um lixão, partindo de medidas de isolamento do local, como vigilância na área, posteriormente a instalação de lagoas de chorume, taludes e o barracão de administração.

Em 2005, foi constituído um grupo coordenado pela SEMAA para a análise de tecnologias de tratamento para os resíduos sólidos do município.

Foram analisadas dezessete diferentes tecnologias das mais simples às mais sofisticadas de tratamento de resíduos gerados pela cidade e tratamento e recuperação dos resíduos presentes no aterro que são as elencadas a seguir:

Aterro Sanitário; Biodegradação Acelerada - (Bioexton S/A – Uberaba - MG);

Biomassa (CETRI - Central de Tratamento de Resíduos de Itanhaém, Grupo Caravelas - Itanhaém-SP) ;Biopuster; Biorreator; Biorremediação (BIOAB - Rio de Janeiro-RJ, Prof. Luiz Mário Queiroz Lima); Compostagem, Central de Tratamento de Resíduos (CTR) (Veolia Serviços Ambientais – Tremembé-SP); Faber-Ambra; Hammel, (Hammel Recyckingtechnik - Alemanha); Incineração, (Kakogawa - Japão); Incineração e Plasma - (Kakogawa - Japão); Kneer, (Tibagi Soluções Ambientais - São José dos Pinhais-PR); Macrorreciclagem (Taurusplast Produtos Plásticos S.A.); Plasma (Startech Environmental Comporation - In Access Group - Estados Unidos); Secagem em reatores (Mundo Limpo Soluções Ambientais

- Niterói-RJ); Triagem (Iguaçumec - Cornélio Procópio-PR); e Triagem e Compostagem (Iguaçumec Cornélio Procópio-PR)

A tecnologia escolhida foi a alemã Biopuster, importada de uma empresa austríaca que consiste, neste caso, não só em isolar células e aplicar oxigênio líquido para acelerar a decomposição dos elementos orgânicos no aterro existente, mas também em montar uma planta para recepção dos resíduos do fluxo diário de Maringá.

No caso dos resíduos já existentes, uma vez ocorrida a decomposição, o material é peneirado retirando-se todos os elementos recicláveis que são direcionados para a reciclagem, e os rejeitos são incinerados e aterrados.

Em abril de 2007, foi assinado Termo de Cooperação Técnica autorizado pela Lei 7486/2007, que teve sua conclusão em junho de 2008. Os resultados do projeto comprovaram que é possível fazer o tratamento do lixo, sem a necessidade de remoção anterior, com a eliminação do chorume e gases. Quanto ao RSU diário, provou-se a possibilidade de recuperação de recicláveis, tratamento sem geração de gases e chorume, e geração de composto orgânico higienizado, nos termos da legislação, para uso na agricultura, e com utilização de pequena área para o tratamento (aproximadamente 15.000 m²); o rejeito final, além de inertizado, fica inferior a 30% do volume inicial tratado.

4.2.4 A Coleta Seletiva

Aliada à implantação da tecnologia foi montado um esquema de apoio que desse sustentação ao processo, principalmente aos catadores locais, como forma de retirá-los do lixão. Criaram-se cinco cooperativas, duas associações e uma central de coleta de resíduos recicláveis. Divulgou-se a coleta seletiva estimulando-se a população a segregar os recicláveis na fonte, auxiliando o trabalho dos coletores.

Foram locados barracões para a atuação das cooperativas e associações e foi feita a disponibilização de veículos para coleta dos materiais e transporte aos barracões de triagem e prensagem como evidencia a Figura 34.

A Prefeitura também deu prioridade à assistência social dos catadores, e apoio técnico para setorizar a coleta e melhorar a qualidade dos recicláveis, através da seleção e venda em lotes.

Figura 34 - Caminhão coletor da coleta seletiva apoio, Maringá-PR, 2007



Fonte: Maringá (2007)

Na Figura 35 aparecem os detalhes do projeto-piloto contendo à esquerda e acima o barracão de triagem, à direita e acima as células de tratamento de resíduos, onde através do isolamento por contêineres se criam as células de tratamento. À esquerda e abaixo o sistema visto pela parte posterior, ao centro o sistema de armazenamento de oxigênio e à direita e abaixo a tubulação sem a presença de material que sugere como se dá injeção de oxigênio líquido no material a ser tratado.

Figura 35 - Projeto-Piloto - barracão, células, injeção de oxigênio líquido, Maringá-PR, 2007



Fonte: Maringá (2007)

A tecnologia de tratamento de lixo do Consórcio Internacional Biopuster, implantada em Maringá de forma pioneira na América Latina, já desperta interesse de outros países. O engenheiro alemão Michael Struwe, um dos responsáveis pelo desenvolvimento da tecnologia e representante do Consórcio Biopuster, revelou que já existem visitas programadas dos representantes da Nigéria, Malásia e da África do Sul, além de vários municípios brasileiros para conhecer a tecnologia em Maringá.

“Tiramos cerca de 100 crianças e adultos daqui e agora estamos empregando mais de 100 trabalhadores com uniforme, carteira assinada e direitos trabalhistas”.

Ressaltou que junto com a alternativa para o lixo, a administração está investindo em educação ambiental e coleta seletiva, ampliando o volume de recicláveis de 50 t para aproximadamente 300 t ao mês, atualmente.

A Figura 36 mostra o detalhe de outro ângulo e parte de uma célula já recuperada.

Figura 36 - Detalhe do tratamento e de área recuperada, Maringá-PR, 2007



Fonte: Maringá (2007)

A Figura 37 apresenta detalhes da peneira e da unidade exalando vapor d'água e a aparência do composto final.

Figura 37 - Aterro: células, peneira e composto, Maringá-PR, 2007



Fonte: Colombo e Gonçalves (2007)

A Figura 38 apresenta a vista aérea do aterro com sua dimensão e a área de tratamento com parte já recuperada.

Figura 38 - Aterro: área em tratamento e área recuperada, Maringá-PR, 2007



Fonte: Colombo e Gonçalves (2007)

4.3 SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CURITIBA

4.3.1 A Cidade de Curitiba e a Região Metropolitana

Curitiba, capital do estado do Paraná, com 317 anos está localizada no centro da região mais industrializada da América do Sul. Sua área é 432,17 km² e sua população, 1.746.896 habitantes (IBGE, 2011), distribuídos em 75 bairros.

Curitiba é a cidade pólo do conjunto de 26 municípios, que formam a região metropolitana de Curitiba e ocupa uma área de 15.418 km². Vive nesse espaço uma população estimada em 3.168.960 habitantes (IBGE, 2011). Localiza-se no primeiro planalto paranaense, na porção Leste do estado. Limita-se ao Norte com o estado de São Paulo; ao Sul com o estado de Santa Catarina; a Leste com a Serra do Mar e a Oeste com o segundo planalto paranaense.

As cidades que fazem parte da Região Metropolitana de Curitiba são: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária (pólo de indústrias químicas e refinarias), Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo (pólo de cerâmica), Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Curitiba (abriga a capital do estado) Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande (pólo industrial que hoje abriga uma das células provisórias de deposição de resíduos), Itaperuçu, Lapa (cidade histórica), Mandirituba (abriga a segunda célula provisória de deposição de resíduos), Pinhais, Piraquara (abriga um presídio), Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul (pólo cimenteiro e de cal), São José dos Pinhais(pólo automobilístico e abriga o Aeroporto Internacional de Curitiba), Tijuca do Sul e Tunas do Paraná.

Como se pode observar na Figura 39, a região metropolitana é formada por 26 municípios e alguns têm seu próprio sistema de tratamento de resíduos.

Apesar desses avanços e da inovação do município, Curitiba possui quatro áreas de passivo ambiental relacionadas a resíduos. São elas: Lamenha Pequena; área de disposição de resíduos da CIC (Cidade Industrial de Curitiba); Vala Séptica, e mais recentemente o Aterro Controlado da Caximba.

4.3.2 Passivos Ambientais

O município de Curitiba e doze municípios da Região Metropolitana, antes da implantação do Aterro da Caximba, não possuíam um local adequado para a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (lixo). A cidade utilizava depósitos de lixo (lixões) da Lamenha Pequena – CIC (hoje Cidade Industrial de Curitiba) e de São José dos Pinhais que teve uma vida útil de apenas seis meses.

A partir de 1964, os resíduos sólidos passam a ser encaminhados a uma área destinada para esta finalidade na Lamenha Pequena, situada entre os municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré. Esta área teve, com o passar do tempo, a aplicação de técnicas de manejo como: cobertura do lixo com periodicidade diária, implantação de drenagem de águas pluviais, implantação de drenagem de líquidos percolados, implantação de lagoas de tratamento e recirculação de chorume, caracterizando-se ao final de sua operação como um aterro controlado (CURITIBA, 2010).

Esse aterro controlado recebeu praticamente todos os tipos de resíduos: domiciliares, comerciais, serviços de saúde e industriais provenientes dos municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré.

Sua operação ocorreu entre os anos de 1964 e 1989, em duas áreas de deposição de resíduos denominadas de vertente norte e vertente sul. A disposição dos resíduos teve início em 1964 na vertente sul, situada no município de Curitiba, que operou até 1975. A vertente norte, foi preenchida entre os anos de 1975 e 1989, está situada na confluência de Curitiba com Almirante Tamandaré (nota do autor) (CURITIBA, 2010, p. 64).

Na Figura 40 verifica-se a localização do Aterro da Lamenha Pequena com as vertentes norte e sul.

Figura 40 - Aterro da Lamenha Pequena - vertentes norte e sul, Curitiba-PR, 2010



Fonte: Curitiba (2010).

A área de disposição de resíduos da CIC está localizada na região centro-oeste do município de Curitiba, mais especificamente na porção central do bairro Cidade Industrial de Curitiba.

A área em questão operou entre 1982 e 1988. Recebeu praticamente todos os tipos de resíduos: domiciliares, comerciais, serviços de saúde, construção civil e industriais, provenientes da porção sul do município de Curitiba. O local era operado apenas com técnicas de espalhamento, recobrimento e compactação (CURITIBA, 2010, p. 66).

Os lixões foram desativados, sendo os da Lamenha Pequena e de São José dos Pinhais recuperados. Hoje estão na condição de aterros controlados.

A vala séptica encontra-se situada na região centro-oeste do município de Curitiba, no bairro Cidade Industrial de Curitiba. A área em questão foi utilizada para a disposição final de resíduos de serviços de saúde, no período compreendido entre outubro de 1988 e abril de 2005. Foi inicialmente projetada para um período de dezoito meses de operação, sendo sua área de 10.000 m². Seu uso, entretanto, acabou sendo prolongado, com consequentes ampliações da área inicial (CURITIBA, 2010, p. 61).

Além de Curitiba, doze municípios utilizaram a vala séptica ao longo de sua operação, sendo eles: São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Campina Grande do Sul, Colombo, Campo Largo, Campo Magro, Araucária e Itaperuçu.

A fase de implantação da vala séptica contemplou condições mínimas de infraestrutura, como a impermeabilização do fundo das valas com camada de vedação constituída de argila, a fim de impedir a contaminação química e biológica do subsolo e lençol freático. Também foram realizadas obras de segurança e proteção da área, através da implantação de cercas e fixação de placas indicativas de alerta, com a discriminação da natureza dos resíduos ali depositados. Foi ainda implantado sistema de drenagem de águas pluviais, de forma a evitar o seu contato com a massa de resíduos depositada nas valas (CURITIBA, 2010).

Durante a operação foi realizado o controle da entrada de resíduos na área. A técnica de aterramento empregada foi o método de trincheira, que consistiu na abertura de valas com três metros de profundidade máxima, três metros de largura máxima e comprimento variável. O solo retirado da vala aberta era armazenado lateralmente, sendo os resíduos lançados e espalhados na trincheira com a ajuda de um trator de esteiras.

Na sequência era realizado o processo de desinfecção usual, através da técnica denominada caiação (ou calagem nota do autor), que consistia na formação de uma camada de óxido de cálcio – CaO (cal virgem) sobre os resíduos previamente acomodados e espalhados que, funcionava como uma camada selante e protetora. Imediatamente após a desinfecção os resíduos eram cobertos pela terra retirada da vala.

Na Figura 41 - apresenta-se a localização da vala séptica que serviu de aterro de resíduos da saúde dos vinte e seis municípios da região metropolitana de Curitiba.

Em novembro de 1989, iniciou-se a operação do aterro sanitário, localizado ao sul do município de Curitiba a 23 km do centro, no bairro da Caximba, localizado entre os municípios de Araucária e Fazenda Rio Grande (CURITIBA, 2009).

Para escolha desse local a prefeitura municipal de Curitiba, fundamentou-se em estudos preliminares e normas operacionais, certificou-se que a confinamento dos resíduos sólidos seria segura em relação ao controle de poluição ambiental e proteção ambiental. Foi adotada em projeto uma produção *per capita* média de lixo de 0,55 kg por habitante dia e uma abrangência variável do sistema de coleta de 75 a 90%, nos anos de 1988 a 2010. Considerando-se a capacidade aproximada do projeto do aterro em 3.239.500 t e a projeção populacional para o município de Curitiba, estimou-se uma vida útil aproximada de 11 anos e 5 meses (CURITIBA, 2009). O aterro sanitário recebia diariamente em média 2.495 t de resíduos sólidos oriundos da coleta pública e limpeza urbana.

Por ocasião do recebimento dos resíduos era realizado o controle dos veículos que ingressavam no aterro, quanto à fonte geradora, à tipologia e a quantidade de resíduos. Somente veículos de empresas que prestam serviços aos municípios cadastrados no Departamento de Limpeza Pública tinham permissão para entrar no aterro sanitário, sendo pesados na entrada e na saída, após a descarga, quando era emitido um *ticket* de pesagem para controle e emissão de relatórios. O resíduo era então depositado na frente de trabalho, onde era espalhado, compactado e coberto com camadas de terra, argila, terra e, posteriormente, plantava-se grama. A descarga era realizada na frente de serviço em operação, dimensionada de acordo com a altura e largura das células de trabalho e o plano de avanço do aterro. Havia um manobreiro que indicava a localização da frente de trabalho aos veículos, para garantir a correta localização das descargas.

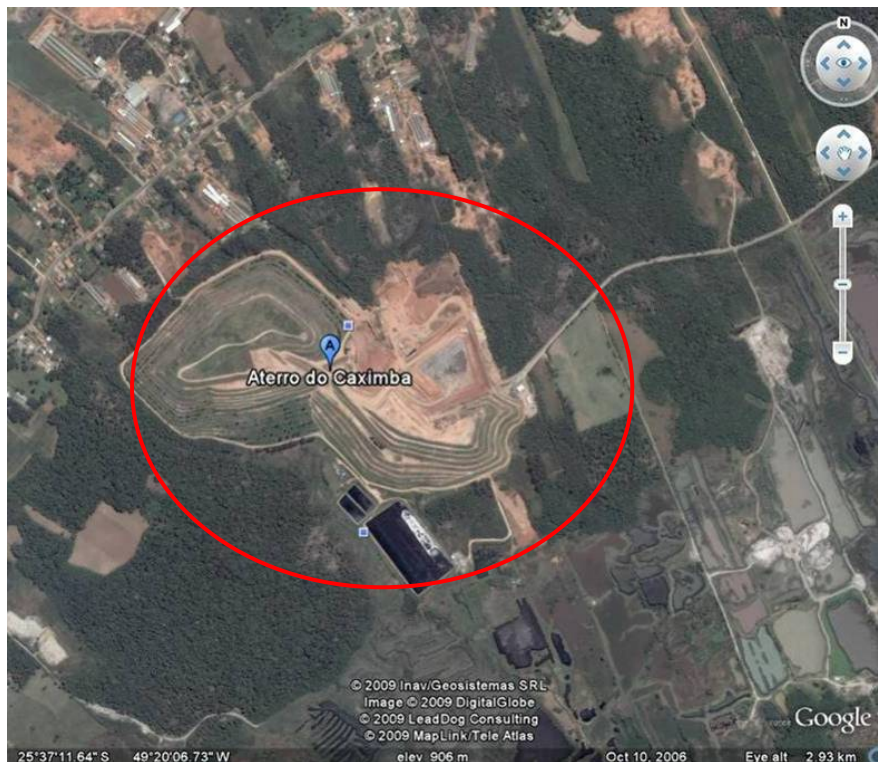
O chorume era captado através de drenos e conduzido ao tanque de equalização que tinha a função de reter os metais pesados e homogeneizar os efluentes. Em seguida era conduzido à lagoa anaeróbica onde bactérias atacavam a parte orgânica, provocando a biodegradação.

Para complementar a biodegradação, o chorume era conduzido para a lagoa facultativa e tratado por processo aeróbico e anaeróbico. Os efluentes, após passarem por esse sistema de tratamento e com redução de sua carga orgânica em

torno de 89 a 92%, eram lançados nos rios. Nesse estado já não causariam mais danos ao meio ambiente.

Observam-se, nas Figuras 42 e 43, aspectos do aterro da Caximba, inserido em um bairro densamente habitado, o que explica a recusa de grande parte da população no seu funcionamento por mais tempo, ou na construção de novo centro de tratamento de resíduos no mesmo local.

Figura 42 - Aterro controlado da Caximba, Curitiba-PR, 2009.



Fonte: Google Earth (2009)

Figura 43 - Aterro da Caximba - Frente de trabalho Curitiba-PR, 2009



Fonte: Google Earth (2009).

Na Figura 44 observa-se a fase final dos taludes, o tamanho das lagoas de chorume e a necessidade de ativar o novo centro de tratamento de resíduos, dada a inviabilidade de espaço disponível por falta de novas células no referido local.

Figura 44 - Aterro da Caximba - lagoas de chorume e taludes, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009).

O local para receber o lixo convenientemente deve estar totalmente impermeabilizado. No caso específico da Caximba, a impermeabilização era feita através de geomembrana de PVC (Vinimanta) acoplada com Geofort, recoberta por uma camada de aproximadamente 50 cm de argila compactada.

Sobre a camada de argila compactada foram assentados tubos perfurados (drenantes), verticalmente e horizontalmente, recobertos com pedras marroadas e revestidos por uma manta (bidim) geotextil, a qual evita a colmatação do sistema de drenagem, cuja finalidade é o recolhimento dos líquidos percolados (chorume) e a eliminação de gases (metano, sulfídrico, mercaptana, etc.). O chorume recolhido pelo sistema de drenagem era encaminhado até um emissário central, que o enviava até o sistema de tratamento. Os gases resultantes da decomposição da matéria orgânica eram queimados.

No aterro sanitário de Curitiba é utilizado o método de rampa, no qual tratores de esteiras e um rolo compactador realizam o espalhamento e a compactação dos resíduos em camadas, de maneira a atingir uma densidade aproximada de 0,9 t por m³.

Os resíduos compactados recebem diariamente uma camada de cobertura de 0,20 m de espessura de solo, com uma declividade de cerca de 1% em direção ao sistema de drenagem pluvial.

Os taludes e células encerradas, que não sofrerão mais alterações que sua geometria em razão da evolução do aterro, recebem camada de cobertura de 0,50 m de solo argiloso, além de vegetação com gramíneas.

A manutenção das estruturas do aterro sanitário é realizada de forma contínua e sistemática e consiste na: verificação da eficiência do sistema de drenagem interna de efluentes líquidos e gases; verificação e manutenção da drenagem de águas pluviais; manutenção do sistema de tratamento de efluentes; e manutenção das vias de acesso e instalações prediais e de apoio operacional.

O efluente líquido do aterro sanitário de Curitiba é monitorado mensalmente em todos os pontos de entrada e saída de cada uma das etapas que o compõem.

O plano de monitoramento geotécnico e topográfico do aterro inclui a leitura periódica de piezômetros para o acompanhamento da pressão de líquidos percolados e gases no interior do maciço de resíduos e o acompanhamento de marcos topográficos superficiais e inclinômetros.

Para o monitoramento das águas superficiais foram definidos 3 pontos de monitoramento no Rio Iguaçu, (um a jusante, outro a montante do aterro e outro no ponto de lançamento), além de 1 ponto de coleta em cada uma das 3 nascentes existentes. Em cada um destes pontos são realizadas análises periódicas da qualidade da água.

Nos anos finais de operação, além de Curitiba, dezessete municípios da Região Metropolitana, dispunham seus resíduos sólidos domiciliares no aterro. São eles: Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Contenda, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, Mandirituba, Quatro Barras, Bocaiúva do Sul, Quitandinha e Tunas do Paraná.

Em 2001, diante da necessidade de integração da região metropolitana na gestão dos resíduos sólidos, com vistas ao estabelecimento de uma política integrada de gerenciamento dos resíduos sólidos, cujo principal objetivo é a proteção dos mananciais, foi criado o Consórcio Intermunicipal para a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (CONRESOL). Atualmente o Consórcio Intermunicipal é composto por 20 (vinte) municípios.

A finalidade do Consórcio Intermunicipal é o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos dos municípios que o integram.

4.3.3 A Coleta Domiciliar

A coleta domiciliar de resíduos direcionada ao aterro controlado de Curitiba pode ser feita de maneira direta e indireta, como se observa a seguir:

A coleta convencional de porta em porta é o serviço de coleta regular dos resíduos comuns oriundos das residências e comércios, executado na quantidade máxima de 600 litros (equivalente a 600 kg nota do autor) por semana. Essa quantidade deve ser dividida pelo número de coletas oferecidas pelo município para ser disposta pelo munícipe no passeio, na testada de seu imóvel, conforme regulamenta o Decreto Municipal nº 983/2004.

O plano de coleta convencional porta-a-porta do município de Curitiba foi elaborado, levando-se em consideração o tipo de equipamento utilizado, a frequência de coleta, a distância do aterro sanitário, o tempo de descarga, a

estimativa de volume de resíduos a ser coletado, o trânsito, a topografia, a carga horária das equipes de coleta, e a otimização da frota, entre outros fatores.

O plano de coleta domiciliar é composto por 164 setores de coleta, sendo 94 diurnos e 70 noturnos.

A separação, acondicionamento e disposição dos resíduos para a coleta pública é de responsabilidade do gerador, de acordo com os dias previstos no plano de coleta domiciliar.

A coleta domiciliar é executada por 51 caminhões equipados com caçamba coletora de lixo de capacidade mínima de 15 m³ e com dispositivo automático para compactação e descarga de resíduos. Esses equipamentos possuem uma vida útil máxima de cinco anos. A equipe é formada por um caminhão compactador, um motorista e três coletores.

Todos os resíduos coletados neste serviço são encaminhados ao aterro sanitário de Curitiba, onde são pesados, e a empresa contratada é remunerada mensalmente pela quantidade total de resíduos coletados no período de um mês.

Já a coleta indireta consiste numa forma alternativa de coleta regular de resíduos domiciliares em áreas não urbanizadas e de difícil acesso aos caminhões da coleta (encostas de morros, fundos de vale e ruas muito estreitas).

A empresa contratada é remunerada mensalmente pelo número de equipes apresentadas e coleta uma média de 470 t/mês (18 t/dia) de resíduos que são encaminhados ao aterro sanitário de Curitiba.

Em Curitiba é coletada uma média de 2.560 t de resíduos por dia sendo seu *per capita* estimado em 1,383 kg por habitante dia. Para o cálculo dessa taxa foi adotada a população de 1.851.215 habitantes (estimativa IBGE/2009); se a taxa ajustada para a população de 2010, ou seja, 1.746.896 (IBGE, 2011), eleva-se o *per capita* para 1,465 kg por habitante/dia (nota do autor).

A coleta convencional domiciliar tem sido realizada por empresas contratadas havendo alternância através de licitações.

4.3.4 A Coleta Seletiva

Os resíduos potencialmente recicláveis do município de Curitiba, como: papéis, plásticos, metais e vidros, entre outros, são coletados nos serviços de

coleta porta-a-porta denominado Programa 'Lixo que não é Lixo' e em pontos de troca denominados Programa 'Câmbio Verde'. Para a realização dessas coletas são disponibilizados 31 caminhões baús de 40 m³, 52 motoristas e 128 coletores, equivalendo este quantitativo a 52 equipes. Os caminhões, após a conclusão dos setores de coleta e pontos de câmbio verde, são pesados, lacrados e seguem as unidades de valorização de recicláveis - UVR.

A coleta seletiva envolve vários programas que detalharemos a seguir:

Plano de coleta seletiva porta-a-porta. Consiste na disponibilização do serviço de coleta regular porta-a-porta dos resíduos potencialmente recicláveis, previamente separados, oriundos das residências, comércios e outros locais de geração, coleta essa, executada na quantidade máxima de 600 litros por semana. Essa quantidade deve ser dividida pelo número de coletas oferecidas pelo município para ser disposta pelo munícipe no passeio, na testada de seu imóvel, conforme regulamenta o Decreto Municipal nº 983/2004.

As equipes de coleta são compostas por um caminhão baú 40 m³, um motorista e dois coletores.

A coleta dos resíduos recicláveis é feita por caminhões caracterizados como se pode verificar na Figura 45.

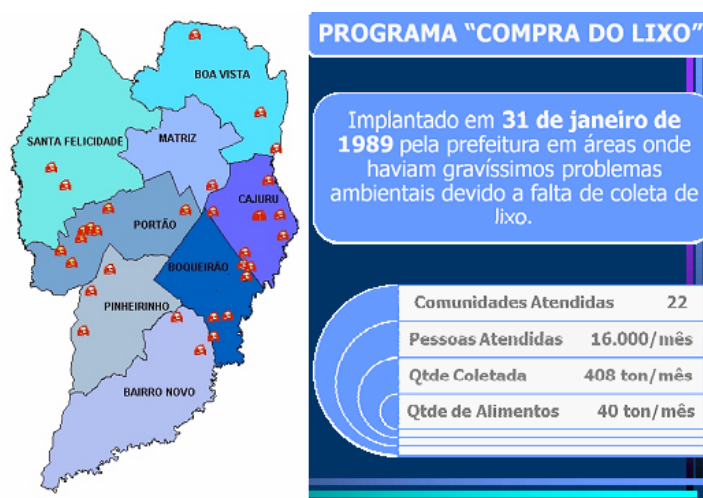
Figura 45- Caminhão de coleta de resíduos recicláveis, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009).

No projeto 'Compra do Lixo', (Figura 46) a proposta é comprar os materiais recicláveis, remunerando-o por peso e pagando em espécie. O caminhão com balanças dirige-se a determinados pontos de bairros, num calendário pré-agendado, onde é efetuada a referida compra. Inicialmente era feita, como se destacou em bairros com sérios problemas de descarte em cursos d'água e onde a coleta domiciliar era precária ou inviável por questão de acesso.

Figura 46 - Mapa da coleta de recicláveis Programa Compra de Lixo, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009).

A coleta em pontos de troca consiste no câmbio de materiais potencialmente recicláveis por produtos hortifrutigranjeiros da época, denominada esta, no município de Curitiba, de Programa Câmbio Verde.

Os pontos de troca estão localizados em logradouros públicos, e a troca nestes pontos é realizada quinzenalmente. A cada 4 quilos de material reciclável o participante recebe um quilograma de produtos hortifrutigranjeiros. Atualmente existem 90 pontos de troca, as quais ocorrem em média 7.259 pessoas são coletadas aproximadamente 310 t de resíduos recicláveis por mês, equivalentes em media a entrega de 77.500 kg de alimentos aos participantes (CURITIBA, 2010, p. 32).

Os órgãos envolvidos no programa são: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Secretaria Municipal do Abastecimento e a Federação Paranaense das Associações dos Produtores Rurais. (FEPAR), que é a instituição que tem firmado um convênio com o município para fornecer os produtos hortifrutigranjeiros.

A Unidade de Valorização de Recicláveis (UVR) aberta à visitação pública recebe estudantes da Região Metropolitana de Curitiba, além de visitantes de diversos locais do Brasil e de outros países. São proporcionadas, ainda, atividades de Educação Ambiental (EA), oficinas de reciclagem de papel e a visitação ao Museu do Lixo e à Biblioteca, onde estão reunidos diversos objetos curiosos e raros, recolhidos na coleta seletiva.

A UVR está implantada em uma área de 23.000 m², sendo 6.000 m² de área coberta, e opera de segunda-feira a sábado com 101 colaboradores no primeiro turno e 78 no segundo. É triada uma média mensal de 900 t de resíduos (CURITIBA, 2010, p. 57).

Atualmente o Instituto de Pró-Cidadania de Curitiba (IPCC) tem credenciado 40 UVRs particulares para as quais o excedente de material potencialmente reciclável oriundo do Lixo que não é lixo e Câmbio Verde é encaminhado. Nessas unidades, os resíduos são triados e após seu devido acondicionamento são comercializados com aparistas ou diretamente com a indústria de reciclagem.

Atualmente estão em operação dez parques.

Os resíduos recicláveis são direcionados em parte para uma Unidade de Valorização de Recicláveis também chamada de Unidade de Valorização de Resíduos, como mostra a Figura 47.

Figura 47 - Unidade de valorização de resíduos programas Lixo que não é Lixo e Câmbio Verde, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009).

Os resíduos dos serviços de saúde têm um contrato específico e são destinados a tratamento. Está em fase de implantação a Usina de PET, que é uma unidade de beneficiamento do PET, mediante a transformação deste em *flakes* com o objetivo de agregar valor ao material para comercialização, possibilitando um aumento médio de 50% na renda dos catadores.

A usina de PET beneficiará todos os catadores que integram o Ecocidadão; será operacionalizada com recursos do projeto e possui apoio financeiro da Fundação Banco do Brasil para sua implantação. Está localizada na regional CIC.

Também estão em implantação mais dois parques; um na Regional Portão, beneficiando os catadores da Vila Parolin e um na Regional CIC, beneficiando os catadores do Jardim Santos Andrade e Vila Bom Menino, estes realocados para o Moradias Ibaity, loteamento recém entregue da COHAB-CT.

Nos parques do ECOCIDADÃO já foram triadas e comercializadas 3.476 t de recicláveis pelos catadores associados (CURITIBA, 2010, p. 59).

Sob o ponto de vista socioambiental e de saúde, 100% dos catadores associados do projeto deixaram de levar seu material para sua moradia, pois muitos faziam de suas moradias verdadeiros depósitos de lixo, vetor de muitas doenças.

O projeto e o contato direto com os catadores já vêm demonstrando o reconhecimento e a valorização gradativa do catador como um importante elo na cadeia da reciclagem.

4.3.5 As Coletas Especiais

A coleta de resíduos vegetais de podas da arborização pública e limpeza de jardins é oferecida pelo município e realizada na quantidade máxima de mil litros por mês, mediante solicitação à Central 156, conforme Decreto Municipal nº 983/2004. Atualmente este serviço é executado por duas empresas contratadas

As empresas coletam aproximadamente 1.770 t/mês de resíduos vegetais e são remuneradas pelo total de equipes apresentadas durante o período de um mês. Os resíduos coletados são encaminhados a empresas que realizam o seu processamento e os transformam, com a finalidade de aproveitá-los (CURITIBA, 2010, p. 42).

Os resíduos vegetais são encaminhados a uma unidade denominada de Reciclon onde são compostados.

O município de Curitiba oferece à sua população, desde 21 de setembro de 1998, o Programa de Coleta Especial de Resíduos Tóxicos Domiciliares, que consiste no recebimento de resíduos tóxicos oriundos de residências e encaminhamento a Essencis Soluções Ambientais para tratamento e disposição final. O caminhão da coleta especial tem identificação específica, é equipado com baú e possui tambores diferenciados para armazenar cada tipo de resíduo tóxico: pilhas, baterias, solventes, embalagens de inseticidas, lâmpadas fluorescentes, medicamentos vencidos, tintas, *toner* (corante orgânico), óleo automotivo, lubrificantes, óleo vegetal ou animal. A coleta é realizada conforme um calendário anual.

Os resíduos tóxicos são encaminhados à Central de Tratamento de Resíduos Industriais (CTRI). No detalhe da Figura 48, vemos o caminhão coletor.

Figura 48 - Caminhão de coleta de resíduos tóxicos, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009)

O município de Curitiba também disponibiliza as coletas de resíduos tóxicos domiciliares, resíduos vegetais, pequenos volumes de resíduos da construção civil e mobiliário inservível, materiais reaproveitáveis e cadáveres de animais, ora denominadas coleta especial.

Desde 22 de janeiro de 2010, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, através de contrato com a Empresa Cavo Serviços e Saneamento S.A., realiza o tratamento e destinação de cadáveres de animais coletados em via pública pelo Centro de Controle de Zoonoses e Vetores, órgão municipal vinculado à Secretaria Municipal de Saúde, mediante solicitação à Central 156.

Os cadáveres de animais de grande porte coletados são encaminhados para cremação no Pet World Crematório Ltda., localizado em Colombo-Pr, e os de pequeno porte são encaminhados para tratamento por microondas e destinados ao Aterro Industrial da empresa Essencis Soluções Ambientais S.A.. A média mensal de animais encaminhados para tratamento é de 14 t (CURITIBA, 2010, p. 60).

Em 2007, o Programa 'Câmbio Verde' passou também a trocar óleo de origem vegetal ou animal pós-consumo. A cada 2 litros de óleo acondicionado em garrafas plásticas o participante recebe 1 kg de alimento. Em 2009 foram recebidos aproximadamente 14.000 litros de óleo vegetal e animal pós-consumo no Programa 'Câmbio Verde', o que representa em média a entrega de 7.000 kg de alimentos aos participantes (CURITIBA, 2010, p. 32).

Os óleos de origem animal e vegetal são enviados à Unidade de Valorização de Recicláveis, em Campo Magro, que o comercializa com empresas possuidoras de licença ambiental para fabricação de sabão, óleo lubrificante, adubo.

A disposição irregular de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) acarreta uma série de inconvenientes para toda a sociedade, tais como: altos custos para o sistema de limpeza urbana, enchentes, assoreamento e contaminação de cursos d'água, contaminação de solo, erosão, obstrução de sistemas de drenagem urbana, entre outros.

Furlan et al. (2003) estimaram a geração de RCD em Curitiba em 1.840 m³ (cerca de 2.400 t) por dia, correspondente a aproximadamente 65% do montante de resíduo gerado no município (apud CURITIBA, 2010, p. 73).

O Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, estabelecido no Decreto Municipal nº 1.068 de 2004, define as diretrizes técnicas e os procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores.

Nesse programa, são definidos dois tipos de pequenos geradores: aqueles que descartam uma única vez o volume total de 0,5 m³ de RCD Classe A e C, previamente segregados, num intervalo não inferior a dois meses; aqueles que

geram a quantidade máxima total de 2,5 m³ de RCD Classe A e C, num intervalo não inferior a dois meses.

Para os primeiros, o município realiza a coleta pública no local, juntamente com os resíduos vegetais, mediante solicitação ao serviço 156; para os últimos, o município prevê a implantação de áreas de transbordo para armazenamento temporário e posterior destinação final.

O município oferece também a coleta pública de RCD Classe B no local até a quantidade de 0,6 m³ por semana, respeitada a frequência de coleta no local e a coleta especial de resíduos tóxicos nos terminais de transporte, para os resíduos classe D.

O Decreto nº 1068/2004 instituiu o regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do município de Curitiba e em consonância com o Decreto Municipal nº 983/2004, estabelece que o município realize a coleta de até 0,5 m³ de resíduos da construção civil das Classes A e C. O pequeno gerador deve solicitar a coleta através da Central 156. A coleta é executada pelas empresas que coletam os resíduos vegetais e mobiliário inservível (Laine e Viaplan).

Obras que excedam 600 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m² deverão apresentar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual deverá ser aprovado por ocasião da obtenção do licenciamento ambiental da obra ou da obtenção do alvará de construção, reforma, ampliação ou demolição.

O município, por meio da Fundação de Ação Social, mantém o programa Disque Solidariedade, serviço disponível à população que contribui com doações de produtos passíveis de reaproveitamento por famílias e pessoas em situação de vulnerabilidade social, atendidas nos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS), para complementar suas necessidades básicas.

Os doadores acionam o serviço de recolhimento à Central 156 informando sobre os produtos a serem doados. A solicitação é encaminhada à Fundação de Ação Social que entra em contato com o doador para agendar a coleta.

O serviço recebe doações de móveis, equipamentos de uso doméstico, roupas e calçados em condições de uso, madeiras, cadeiras de roda, camas adaptadas para idosos ou pessoas com necessidades especiais, bicicletas,

brinquedos, objetos de esporte e lazer em bom estado, entre outros (CURITIBA, 2010, p. 43).

4.3.6 A Varrição

Curitiba conta com os serviços de varrição manual, varrição mecanizada, serviço de roçada e capinação, limpeza de feiras-livres e limpeza de rios. Os resíduos oriundos desses serviços são coletados e encaminhados ao aterro sanitário.

A varrição mecanizada é realizada nas vias que possuem asfalto e meio-fio e consiste em retirar, através de motovarredoiras, os resíduos acumulados junto ao meio-fio. (CURITIBA, 2010, p. 45).

4.3.7 As Cooperativas de Catadores

O apoio às organizações de catadores que realizam a coleta de recicláveis está materializado através do Programa Reciclagem Inclusão Total – ECOCIDADÃO.

Situações de impacto social e ambiental graves, identificadas na pesquisa ainda permanecem, como: uso da moradia como depósito (casa depósito); dependência, por parte dos catadores, de depósitos que fornecem o carrinho; dependência, por parte dos catadores, de depósitos como moradia; concentração de catadores e depósitos em áreas de sub-habitação e proximidades de fundos de vale.

No Projeto Reciclagem Inclusão Total - ECOCIDADÃO são consideradas como situação agravante, o aumento do número de catadores. A sazonalidade dos preços dos materiais faz com que o número de catadores seja muito variável, porém, de acordo com levantamentos realizados junto às administrações regionais, em 2007 estimou-se que cerca de 3.300 catadores atuam diariamente na coleta de recicláveis. Há que se considerar o fato de haver uma imagem negativa do catador perante a população – indiretamente vinculada a marginalidade – provocada por conflitos no trânsito e manuseio de resíduos e por deixar material espalhado nas calçadas nos chamados pontos de classificação, uma prática recente, onde o material recolhido é juntado por catadores, de forma

improvisada em praças e calçadas, especialmente na área central para ser triado e organizado para o transporte.

O Programa ECOCIDADÃO iniciou em dezembro de 2007 sendo uma parceria entre o município de Curitiba, através da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Fundação de Ação Social com a Associação Aliança Empreendedora, Fundação AVINA e o Movimento Nacional dos Catadores. Visa capacitar e proporcionar condições de fortalecimento da atividade, com especial ênfase na implantação dos Parques de Recepção de Recicláveis.

Os parques são espaços dotados de infraestrutura física, administrativa e gerencial para recepção, classificação e venda do material coletado pelos catadores organizados em sistema de associações ou cooperativas.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente é a responsável pela gestão do programa ECOCIDADÃO, e sua operacionalização está a cargo da Associação Aliança Empreendedora. É também responsável pela mobilização dos catadores com o objetivo de formar associações ou cooperativas, pela contratação da equipe de apoio, pela aquisição de equipamentos, necessários à operacionalização das atividades entre outras atribuições correlatas.

A grande virtude deste programa é que, diariamente, são separadas 545 t de materiais recicláveis que de outra maneira iriam certamente para o aterro sanitário, diminuindo ainda mais sua vida útil. Prova disso é que a cada 3 dias de coleta economiza-se um dia útil de vida do aterro sanitário (CURITIBA, 2009).

A Fundação AVINA é responsável por orientar e apoiar a Aliança Empreendedora na gestão operacional do programa, especialmente em relação à realização de auditorias contábeis, financeiras e técnicas. Já o Movimento Nacional dos Catadores é parceiro do programa no que tange ao estabelecimento de diretrizes de atuação.

As demandas sociais são atendidas pela Fundação de Ação Social (FAS) de Curitiba que é o órgão gestor da Assistência Social do município, cuja missão é coordenar e implementar a política da assistência social em Curitiba para proteção de famílias e indivíduos em situação de risco e vulnerabilidade social.

A Fundação de Ação Social tem um papel fundamental em todo o processo, uma vez que tem como atribuição encaminhar os catadores associados às atividades relacionadas à capacitação inseridas nos Programas da FAS, além de fazer o acompanhamento e encaminhamento das situações de necessidades sociais

identificadas nos parques. Os catadores são atendidos pelos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS).

Outra preocupação é a inclusão dos catadores informais não-filiados a nenhuma cooperativa ou associação. Estes são reunidos num Projeto denominado ECOCIDADÃO (Figura 49) ao qual são destinados barracões para triagem de resíduos em 2009. Em 2009 eram os 25 parques de recepção de resíduos.

Figura 49 - Projeto ECOCIDADÃO - parque de recepção de recicláveis, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009)

4.3.8 Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos (SIPAR)

Tomando-se como base a composição gravimétrica dos resíduos provenientes dos municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal, buscou-se definir um modelo tecnológico adequado, que substituísse o aterro sanitário, pois este se encontrava com a vida útil em fase final.

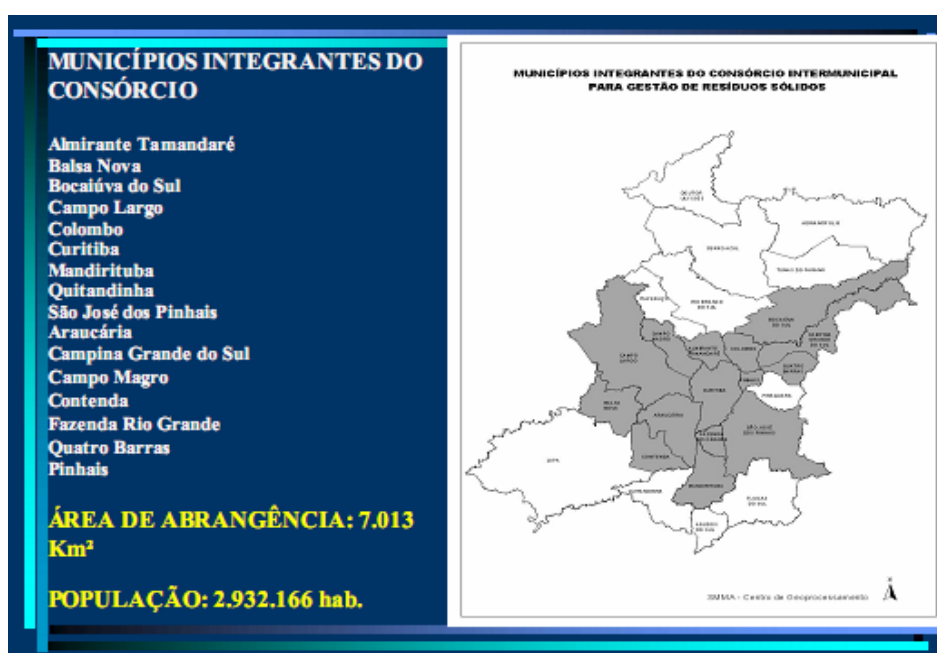
Atendendo-se a esse objetivo, após estudos aprofundados, foi desenvolvido o modelo denominado SIPAR, que tem por diretriz o máximo aproveitamento dos resíduos e a mínima dependência de aterro sanitário.

O plano de gerenciamento e destinação de resíduos sólidos do CONRESOL aponta solução técnica para o lixo proveniente da coleta domiciliar, de varrição e limpeza dos logradouros públicos, realizadas de forma direta ou indireta

pelos municípios que integram o Consórcio, o SIPAR, seu tratamento e a destinação final.

A Figura 50 mostra a área de abrangência do consórcio, o que justifica o esforço para aprovar um novo local através do Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos (SIPAR), consórcio que foi criado com 16 municípios, cuja premissa básica é o aproveitamento máximo de resíduos, com a mínima dependência.

Figura 50 - Municípios componentes do SIPAR, Curitiba-PR, 2009



Fonte: Curitiba (2009)

O SIPAR não é um novo aterro sanitário, mas sim um sistema composto por um conjunto de tecnologias, capazes de promover o máximo aproveitamento dos resíduos. Através da aplicação não só de processos de recuperação e aproveitamento de recicláveis presentes nos resíduos, que não foram separados nos domicílios, mas também de técnicas de compostagem ou biodigestão destinadas a produzir o composto a partir da parcela orgânica existente nos os resíduos. Há ainda, a produção do Combustível Derivado dos Resíduos (CDR), capaz de possibilitar o aproveitamento desses materiais para fins energéticos, ficando a destinação em aterro sanitário limitada a 15% de rejeitos do processamento. Trata-se de nova concepção de tratamento de resíduos.

Esse sistema encontra-se em análise pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para o devido licenciamento. Já foi apresentado o respectivo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) / Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ao órgão ambiental. Este, apontou a viabilidade de sua implantação em três áreas, nos municípios de Curitiba, Fazenda Rio Grande e Mandirituba, selecionadas em estudo que contemplou cerca de 30 áreas dentro do território de abrangência do Consórcio.

Das três áreas apresentadas, considera-se preferencial, de acordo com parecer já emitido pelo Instituto Ambiental do Paraná, a área localizada no município de Mandirituba.

Duas células temporárias estão sendo administradas no momento (janeiro de 2011), por empresas diferentes, a saber: a célula de Mandirituba, é administrada pela Empresa Cavo, do Grupo Camargo Correa, e a célula da Fazenda Rio Grande, pela Empresa Estre, que também atua no estado de São Paulo, especificamente em Campinas e em Paulínea (Nota do Autor).

Em 2011, a prefeitura de Curitiba lançou um edital de licitação com os serviços em bloco, sem a possibilidade de formação de consórcios, o que provocou recursos por parte de pretensos concorrentes exigindo a nulidade do ato. O Tribunal de Contas do Paraná anulou o processo. A análise dessa situação, leva à conclusão de que, da forma proposta, se englobados todos os serviços, somente grandes grupos teriam condições de concorrer, alijando empresas menores do processo.

Após a implantação do SIPAR, no sexto ano de execução dos serviços e, sucessivamente, a cada período de cinco anos, o operador deverá fazer a avaliação da necessidade de atualização tecnológica do sistema, submetendo-a à avaliação do Consórcio Intermunicipal.

O SIPAR foi dimensionado para o processamento dos resíduos provenientes dos municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal por um período de vinte anos, que pode ser prorrogado por mais cinco, considerando-se para o período a estimativa de crescimento populacional e a estimativa da geração de resíduos. O sistema ainda se encontra na fase de licitação que vem sendo sistematicamente postergada por inúmeras liminares por parte dos licitantes e ainda enfrenta a resistência da população dos municípios elencados como receptores da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) (Nota do Autor).

O modelo tecnológico do SIPAR atende aos objetivos da Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Política Nacional de Saneamento, uma vez que parte da premissa básica de favorecer o máximo aproveitamento de materiais, reduzindo a dependência de aterro sanitário. Prevê o uso de tecnologias de valorização do resíduo, possibilitando o aproveitamento dos seus componentes; prevê o aproveitamento dos materiais presentes nos resíduos domiciliares em processos tais como reciclagem, produção de composto orgânico, utilização como insumos energéticos, entre outros reduzindo a destinação de rejeitos a aterros sanitários; prevê a agregação de valor econômico nos produtos resultantes dos processos de aproveitamento, de forma a reduzir os custos do tratamento e disposição final de resíduos; e, finalmente, possibilita a não-geração de passivos ambientais.

No aterro sanitário de Curitiba, após o encerramento do recebimento de resíduos, de acordo com o seu Plano de Encerramento, que já se encontra em fase de execução de obras, será dada continuidade às ações de: readequação e reconformação geométrica dos taludes, bermas e plataformas; e selamento superficial.

E ainda continuará a manutenção física das instalações, como: sistema viário; paisagismo; sistema de drenagem de chorume e gás; sistema de tratamento de efluente; sistema de monitoramento ambiental; limpeza geral da área; sistema de monitoramento geotécnico; sistema de drenagem de águas superficiais; cercas, portões e edificações; manutenção das instalações operacionais existentes; execução do Plano de Monitoramento Ambiental e Geotécnico; operação do sistema de tratamento de efluentes líquidos e gasosos, e implantação do Projeto de Aproveitamento do Biogás.

Sobre o Projeto de Aproveitamento do Biogás, cabe destacar que o aterro sanitário de Curitiba possui sistema de drenagem de gases, com tubulações verticais, interligadas à drenagem horizontal de lixiviados. O gás capturado é conduzido ao topo de drenos verticais onde é realizada a queima, com a finalidade de reduzir as emissões atmosféricas e minimizar o odor.

A captura e queima monitorada do gás de aterro possibilita a obtenção de Certificado de Redução de Emissões (CRE) negociáveis no mercado internacional como créditos de carbono. Há ainda o potencial de produção de energia elétrica, ou outra forma de aproveitamento como o uso em fornos de olarias

cujo potencial deve ser considerado, no caso específico do aterro sanitário de Curitiba em razão dessas atividades instaladas.

O município de Curitiba, através da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, desenvolveu estudos para o aproveitamento do biogás produzido no Aterro sanitário de Curitiba - Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), no âmbito do Protocolo de Kyoto.

Quanto ao uso futuro da área, está prevista no plano de encerramento do aterro a compatibilização com as demais atividades lá existentes que serão mantidas, quais sejam: o tratamento dos efluentes líquidos; a estabilização da geração ou aproveitamento do biogás; a estabilização geotécnica e de recalques; e ainda, as atividades de monitoramento ambiental.

Dessa forma, o uso do aterro sanitário no período do encerramento do recebimento dos resíduos, será restrito às atividades de pesquisa e educação ambiental mediante visitas orientadas e aproveitamento do biogás.

O Plano de Encerramento do aterro sanitário de Curitiba foi realizado tendo por base o levantamento topográfico de toda a área do aterro, realizado no início de 2009. Desta forma, determinou a necessidade da reconformação geométrica, especialmente nas áreas mais antigas de disposição de resíduos, o que indicou o tempo de uso remanescente do aterro, a partir do qual foram também programadas as demais ações relacionadas ao encerramento do recebimento de resíduos.

O Plano indica o cronograma e os responsáveis por executar as ações propostas prevendo um horizonte de tempo de pelo menos vinte anos. Em caráter emergencial o IAP permitiu a abertura de uma célula em Fazenda Rio Grande e outra em Mandirituba, para acomodar os resíduos gerados a partir de 01 de novembro de 2010, quando o aterro da Caximba foi definitivamente fechado (nota do autor).

A Figura 51 apresenta a realidade anterior, a realidade presente e as perspectivas futuras quando da aprovação e implantação do Consorcio SIPAR, tentando manter a cidade de Curitiba como cidade inovadora e ecológica também no setor de tratamento de resíduos.

Figura 51 - Figura passado, o presente e o futuro Consórcio SIPAR, Curitiba-PR, 2009



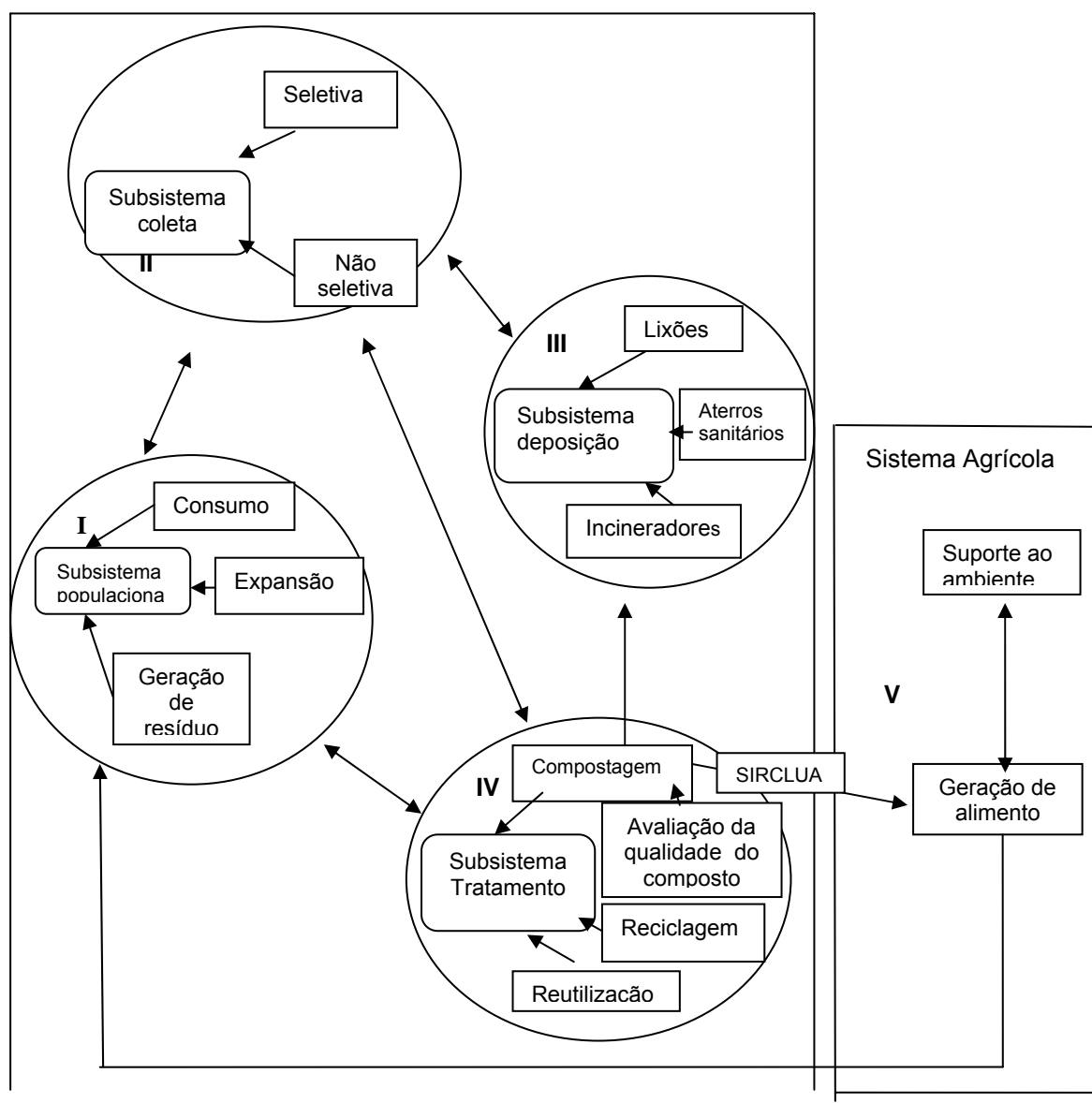
Fonte: Curitiba (2009)

No capítulo 5 será apresentada uma proposta para gestão do sistema de Londrina, partindo-se do sistema já existente.

5 ELEMENTOS DE UMA PROPOSTA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA LONDRINA, PR

1ª Fase: Definição de sistema de gestão municipal de resíduos sólidos: sistema municipal.

Figura 52 - Esquema das relações interativas entre os subsistemas na gestão pública municipal de resíduos sólidos e o sistema agrícola



Fonte: Santos et al. (2009, p. 168).

Na Figura 52 observa-se em primeiro plano o subsistema de geração urbana com o subsistema de coleta (bloco I), com a coleta seletiva e não seletiva, logo ao lado o subsistema de deposição com os lixões, aterros sanitários, incineradores (bloco III); abaixo os geradores (bloco I), o subsistema populacional responsável pelo consumo, geração de resíduo e a conseqüente expansão da geração de resíduos. Como opção de tratamento e deposição (bloco IV) apresenta-se o subsistema de tratamento com a compostagem, verificação da qualidade do composto, reciclagem e a reutilização. Na caixa anexa apresenta-se o subsistema agrícola (bloco V) responsável pelo suporte ao ambiente, logicamente acolhimento do composto e geração de alimentos.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA

a) Aspectos da geofísica e do ambiente

Localização geográfica

Situado entre 23°08'47" e 23°55'46" de Latitude Sul e entre 50°52'23" e 51°19'11" a Oeste de Greenwich, o Município de Londrina ocupa, segundo a Resolução nº 05, de outubro de 2002, do IBGE, 1.650, 809 km², cerca de 1% da área total do Estado do Paraná.

A zona urbana de Londrina é de 164,33 km² e a zona de expansão urbana é de 80,68 km², totalizando 245,01 km² (LONDRINA, 2011).

O Município de Londrina é constituído pelo Distrito Sede e pelos Distritos do Espírito Santo, Guaravera, Irerê, Lerroville, Maravilha, Paiquerê, São Luiz e Warta (LONDRINA, 2011).

Clima

O clima de Londrina, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. A temperatura média do mês mais quente é, geralmente, superior a 25,5° C e a do mês mais frio, inferior a 16,4° C.

Levantamento feito pelo Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR constatou que a temperatura média anual, em 2008, foi de 21,5° C, com média máxima de 27,2° C e a média mínima de 15,9° C.

Londrina, localizada num espigão, apresenta verão quente e inverno ameno, com índices de umidade relativa do ar em torno de 76% no verão e 72% no inverno, e com a umidade relativa média do ano situada em torno de 69%.

Polo de uma região essencialmente agrícola, Londrina sempre foi beneficiada por um regime pluviométrico bem distribuído, durante todo o ano, sendo raríssimos os períodos de grandes estiagens ou chuvas prolongadas. Segundo o IAPAR, a precipitação pluviométrica anual, em 2008, foi de 1.466 mm, sendo fevereiro, agosto e novembro, os meses mais chuvosos e junho, julho e setembro os meses mais secos (LONDRINA, 2011).

Relevo

A altitude da área urbana central da cidade é de 608m (na Catedral Metropolitana).

O ponto mais alto do Município tem uma altitude de 820 - 844 m e fica próximo a Lerroville, à Leste, na estrada em direção à represa. Localiza-se em um espigão, não sendo perceptível, uma vez que não é um morro, mas apenas um ponto demarcado.

O solo da região é de origem basáltica, entretanto, conforme a sua localização, em topografia mais plana e acidentada, apresenta tipos de solos diferentes, conseqüentemente, de fertilidade variável.

A camada de solo é de profundidade variável, indo de várias dezenas de metros, nos espigões, até menos de um metro, próximo aos ribeirões, onde, na maioria das vezes, a água flui sobre a superfície compacta do basalto (LONDRINA, 2011).

Solo

Predominam os solos Terra Roxa Estruturada Eutrófica, Latossolo Roxo Eutrófico e, em menor quantidade, o Brunizen Vermelho e o Litólico Eutrófico. Aos primeiros, só se comparam, os famosos Chernozem (solos negros) da Ucrânia.

Na região sul do Município, onde a topografia é mais acidentada, os solos são mais diversificados, mais ácidos e menos férteis, com a predominância do Brunizen Vermelho, Litossolo, Latossolo Roxo Distrófico e Terra Roxa Estruturada Eutrófica.

Nessa região, o subsolo promete ser rico em minérios, conforme apontam as pesquisas que só agora tiveram início. É aí também que as condições de clima e solo começam a atrair os fruticultores, principalmente os de maçã e uva(LONDRINA, 2011).

Uso e ocupação do solo

A ocupação do solo em Londrina, seja por terrenos, área construída, quanto número de unidades encontra-se concentrada em residencial, por negócios com o comércio e serviços liderando e a ocupação industrial sendo menor como pode ser observados nas Tabelas 1B , 2B e 3B no Anexo B.

Hidrografia

Na figura 53 - observam-se as bacias hidrográficas de Londrina e região destacando-se novamente no primeiro balão em vermelho a localização do antigo aterro sanitário próximo ao aeroporto e no segundo balão a localização da CTR.

O sistema hidrográfico do Paraná, pela declividade do relevo em direção a oeste, em sua grande maioria, drena neste sentido, formando a Bacia do Paraná que, por sua vez, interliga à Bacia do Prata.

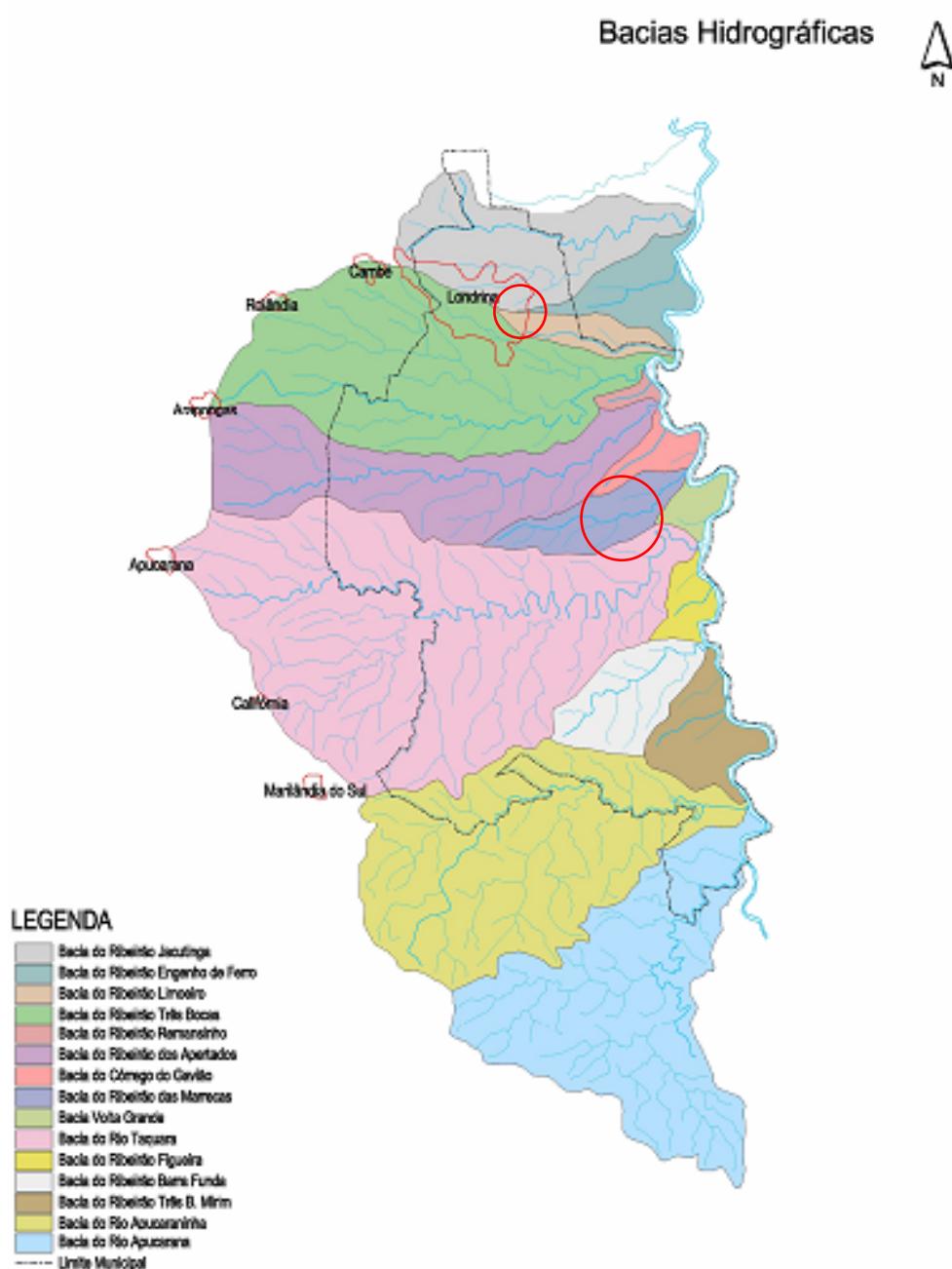
Porém, o subsistema hidrográfico do Município corre no sentido predominante de oeste para leste, uma vez que o relevo está genericamente inclinado da região de Londrina para o Rio Tibagi, que tem sentido sul-norte, desaguando no Rio Paranapanema, um dos tributários do Rio Paraná.

Os principais rios do município são Taquara, Apucarana e Tibagi. Este último, com grande potencialidade hídrica, percorre uma extensão aproximada de 69,25 Km no Município. O aproveitamento dos recursos hídricos do Rio Tibagi é ainda pequeno. Seu potencial hidrelétrico é avaliado em 1.500 MW, porém, somente uma usina existente tem potência superior a 20 MW (Usina Hidrelétrica

Presidente Vargas, das Indústrias Klabin). Outras pequenas indústrias ali localizadas têm potência inferior a 10 MW. Existe um projeto já em execução denominado Cebolão que prevê a construção de cinco usinas ao longo do referido rio. A primeira, Usina de Mauá foi alvo de grande resistência por parte de ambientalistas e apesar disso, está em fase de finalização.

Os principais ribeirões são: Apertados, Cafezal, Apucarantina, Jacutinga, Cambezinho, Bom Retiro e Quati (LONDRINA, 2011).

Figura 53 - Bacias Hidrográficas Londrina e Região, 2011



Fonte: Londrina (2011, p. 263).

Vegetação

No Município, são poucas as áreas remanescentes da formação vegetal natural (mata pluvial tropical e subtropical) que recobria a região de Londrina. A mata dos Godoy (Reserva Florestal Estadual) e a Reserva Indígena do Apucarantina são formações florestais que demonstram a variedade de gêneros e espécies de vegetação que se encontravam na região.

Em razão do desmatamento verificado no Município de Londrina, existem outras poucas áreas com vegetação natural, em propriedades particulares (LONDRINA, 2011).

b) Aspectos demográficos e socioeconômicos

IDH

Percentual de pobreza 27%

IDH/M é de 0,824 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. (LONDRINA, 2011).

Distribuição de renda

Tabela 2 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, por Classes de Rendimento Nominal Mensal de Todos os trabalhos, no Município de Londrina – 2000

Classes de Rendimento Nominal Mensal de Todos os Trabalhos	Pessoas de 10 Anos ou Mais de Idade Ocupadas na Semana de Referência
Até 1 salário mínimo (12%)	24 186
Mais de 1 a 2 salários mínimos (28,4%)	57 092
Mais de 2 a 3 salários mínimos (14,5%)	29 199
Mais de 3 a 5 salários mínimos (15,5%)	31 227
Mais de 5 a 10 salários mínimos (15,4%)	30 680
Mais de 10 a 20 salários mínimos (6,9%)	13 898
Mais de 20 salários mínimos (3,9%)	7 735
Sem rendimento (3,4%) ⁽¹⁾	6 852
Total	200 869

Nota: Salário mínimo utilizado: R\$ 151,00.

(1) Esta categoria inclui as pessoas que receberam somente em benefícios.

Fonte: Londrina (2011, p. 31)

Na Tabela 02 encontra-se a distribuição do rendimento nominal mensal referente ao censo IBGE de 2000 com uma distribuição de renda de até um salário mínimo de 12%, na faixa de 1 a 2 salários mínimos 28,4%, na faixa de 2 a 3 salários mínimos de 14,5% e de 15,5% na faixa de 3 a 5 salários mínimos e 15,4% de 5 a 10 salários mínimos para novamente cair para cerca 6,9% de 10 a 20 salários e somente 3,9% mais de 20 salários, não apresentando rendimentos cerca de 3,4% das pessoas. O que na opinião do autor representa uma boa distribuição de renda.

Atividade econômica

Agricultura

Londrina foi a Capital do Café devendo grande parte do seu desenvolvimento a esta cultura, hoje após a grande geada negra de 1975 as culturas são bastante diversificadas como se pode observar nas tabelas 03 e 04 nas quais se apresentam as culturas temporárias e permanentes.

Tabela 3 - Colheita e Valor da Produção dos Principais Produtos da Lavoura Temporária no Município de Londrina - 2010

PRODUTOS	RENDIMENTO MÉDIO Kg/ha	QUANTIDADE PRODUZIDA (t)	VALOR DA PRODUÇÃO (mil reais)	ÁREA COLHIDA (ha)
Amendoim em casca	1 500	45	45	30
Arroz em casca	1 894	3 258	2 036	1 720
Aveia em grão	2 200	396	119	180
Cana-de-açúcar	55 000	1 375	48	25
Feijão em grão	1 398	2 415	2 497	1 727
Mandioca	17 000	4 250	595	250
Milho em grão	3 892	83 387	22 264	21 420
Soja em grão	2 520	100 800	72 173	40 000
Tomate	78 052	44 568	22 284	571
Trigo em grão	1 500	41 250	17 160	27 500
Triticale	1 820	364	73	200
Total	166 776	282 108	139 294	93 623

Fonte: Londrina (2011, p. 42).

Tabela 4 - Colheita e Valor da Produção dos Principais Produtos da Lavoura Permanente no Município de Londrina - 2010

PRODUTOS	RENDIMENTO MÉDIO Kg/ha	QUANTIDADE PRODUZIDA (t)	VALOR DA PRODUÇÃO (mil reais)	ÁREA COLHIDA (ha)
Abacate	20 000	500	500	25
Banana (cacho)	17 500	700	266	40
Café (em grão)	1 135	5 675	21 565	5 000
Caqui	25 000	200	400	8
Figo	8 000	24	72	3
Laranja	22 601	4 995	999	221
Limão	18 000	360	360	20
Manga	15 000	60	120	4
Maracujá	15 000	90	315	6
Tangerina	25 000	850	850	34
Total	167 236	13 454	25 447	5 361

Fonte: Londrina (2011, p. 42).

As lavouras temporárias são lideradas pela cana-de-açúcar, mandioca e tomate, já as lavouras permanentes são distribuídas principalmente pela produção de frutas, como pode ser observado nas Tabelas 03 e 04.

Existe uma pequena concentração na pecuária de corte (62.153 bovinos) e considerável número na avicultura (3.433.227 aves) de Londrina e região em virtude da presença de frigoríficos locais e em Rolândia (LONDRINA, 2011, p. 43).

As vacas ordenhadas são de 6.965 e o volume de leite de 9.967 mil litros, frisando-se que em ambos os casos os dejetos são utilizados pelo sistema de compostagem própria e utilizado como adubo pelos agricultores, bem como as camas de frango dos frigoríficos e criadouros (LONDRINA, 2011, p. 43).

Indústria

A indústria é bastante diversificada. Nos anos 1970 três grandes indústrias dominavam a região em meio a tantas outras menores. Atualmente elas são em maior número, mas de tamanho pequeno e médio, apesar de uma grande indústria de elevadores ter migrado de São Paulo para Londrina e uma indústria de embalagens descartáveis ainda não se deu o esperado boom industrial. O deslocamento de indústrias para a Capital, mais próxima do porto e a presença de

um aeroporto internacional tem desequilibrado a disputa em favor da capital do estado.

Serviços

O comércio e a prestação de serviços, bem como os serviços educacionais dominam a cidade e a região. O primeiro shopping de Londrina foi inaugurado há vinte anos e outro a pouco mais de cinco anos. Dois novos serão inaugurados o primeiro na zona norte em outubro de 2012 e outro na região leste um grande empreendimento para o final do ano de 2013, com obras bem adiantadas. No ano de 2010 as unidades comerciais eram de 11.415, de serviços 11.572 e de autônomos 5.580 (LONDRINA, 2011, p. 55).

Apesar de ter sido um polo agrícola, tentar desenvolver a atividade industrial Londrina é predominantemente uma cidade de prestação de serviços incluindo ensino.

Meios de comunicação

No setor telefônico a empresa dominante em todo o município era a Sercomtel, fundada como autarquia e pertencente ao município. Hoje divide com a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) a sociedade. Com o advento da concorrência esta tem sido distribuída com a NET, OI, TIM e CLARO, além da GVT a primeira a se instalar

Os telefones móveis – celulares são disputados pelos concorrentes OI 14%, SERCONTEL CELULAR 3,84% TIM CELULAR 46,84%, VIVO 22,46 E CLARO 13,32% (LONDRINA, 2011, p. 112).

Além de dois jornais diários impressos que lideram o mercado, Londrina tem um jornal semanal, cinco jornais quinzenais e oito mensais, dez emissoras de rádio AM e onze FM e sedes de todas as seis grandes redes nacionais (LONDRINA, 2011, p. 113).

Ação social

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2006), a taxa de pobreza dos municípios brasileiros é de 21.3%.

No Brasil, os fenômenos desencadeados na década de 1990, caracterizados pela implantação de programas de transferência de renda com condicionalidades, constituem a principal estratégia nacional de combate à pobreza e revelam as novas dimensões da pobreza e de um novo *status*, dado à questão social, no cenário brasileiro.

No município de Londrina, o orçamento da assistência social, previsto para o ano de 2010, foi de 6,0% em relação às despesas correntes líquidas do Município. Este investimento soma-se às iniciativas locais, estaduais e federais, de modo a orientar os serviços, programas, projetos e benefícios em conformidade com o Sistema Único de Assistência Social (SUAS), em implantação, desde 2004, pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

Conforme preconiza o Sistema Único de Assistência Social, os serviços da assistência estão organizados, tendo como base dois níveis de proteção: proteção social básica e proteção social especial - média e alta complexidades.

Os dois níveis de proteção social são operacionalizados por meio de redes socioassistenciais compostas de serviços governamentais e não governamentais, mantidos por meio de convênios entre o Município e organizações da sociedade civil, mediante deliberações do Conselho Municipal de Assistência Social.

O público usuário da política de assistência social é constituído de famílias em situação de vulnerabilidade social, sendo que se agregam à condição de pobreza, outros indicadores tais como: família monoparental, baixa escolaridade, habitação precária, baixa qualificação profissional, baixo acesso ou uso dos serviços públicos, entre outros. Destaca-se que a renda não é o único critério de inserção das famílias nos programas socioassistenciais.

Não obstante, os demais projetos e serviços da Secretaria Municipal de Assistência Social preconizam as estratégias dos programas de combate à pobreza.

Tabela 5 - Famílias Pobres, Percentual de Pobreza e Cadastro Único de Londrina - 2010

DADOS DA POPULAÇÃO LONDRINENSE	
População geral	506 701 ¹
Percentual de pobreza	27%
IDH/M ²	0,824
Cadastro Único	
Nº de famílias cadastradas	32 641
Nº de pessoas	114 912
Domicílios urbanos	29 346
Domicílios rurais	3 295
Mulheres	69 030
Homens	45 882
Pessoas com deficiência	2 919

Nota: ⁽¹⁾ Censo Demográfico IBGE 2010; ⁽²⁾ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

Fonte: Londrina (2011, p. 205).

População

O total da população é de 506 701 Censo Demográfico de 2010;

A densidade demográfica do Município é de 308,29 hab/km² dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2009).

c) Infraestrutura

Habitação e serviços urbanos

Londrina se consolidou como Polo Regional de bens e serviços e se tornou, definitivamente, a terceira mais importante cidade do Sul do Brasil na década de 1990, quando foi desenvolvido o primeiro Plano Diretor. Nesse período, a cidade apresentava uma estrutura voltada para áreas residenciais, em praticamente todo seu território, destacando a região central, em razão do desenvolvimento da construção civil, refletida em inúmeros edifícios de padrão médio e alto. A região norte da cidade que, nas décadas anteriores, se enquadrava como região rural, revelou-se como maior área residencial da cidade, apresentando uma concentração de conjuntos habitacionais financiados pelo BNH.

Década a década, verifica-se que Londrina teve um crescimento constante, consolidando-se como principal ponto de referência do Norte do Paraná, exercendo grande influência e atração regional.

Nos últimos anos uma nova região ascendeu à preferência conhecida como Gleba Palhano é uma concentração de prédios de apartamentos alguns de 30 andares. Na mesma região ainda mais ao sul concentraram-se os condomínios horizontais. Mesmo assim de habitações populares a habitações para a classe média ainda não se atende a demanda reprimida.

Órgãos públicos

Londrina como a segunda cidade do Estado do Paraná concentra um grande número de órgãos públicos e de estabelecimentos industriais, comerciais e bancários

Estabelecimentos: industriais, comerciais e bancários

A distribuição pode ser observada nas Tabelas 1B , 2B e 3B no Anexo B.

Londrina tem 14 bancos e 79 agências bancárias e 27 postos de serviços bancários (LONDRINA, 2011, p. 62).

Receitas geradas no município

Tabela 6 - Receita Tributária Estadual de IPVA e ICMS (100%) de Londrina - 2003/2010

ANO	IMPOSTOS ESTADUAIS (R\$ 1,00)		
	IPVA (100%)	ICMS (100%)	TOTAL
2003	31 695 988,58	209 287 151,15	240 983 139,73
2004	36 827 694,73	268 099 905,60	304 927 600,33
2005	44 116 455,38	302 718 022,93	346 834 478,31
2006	52 071 700,00	322 127 100,00	374 198 800,00
2007	61 794 129,74	339 850 800,00	401 644 929,74
2008	72 982 700,00	364 131 900,00	437 114 600,00
2009	83 340 757,42	399 153 101,59	482 493 858,90
2010	87 416 700,00	430 078 100,00	517 494 800,00

Fonte: Londrina (2011, p. 200).

Tabela 7 - ICMS Arrecadado e Repassado ao Município de Londrina – 1996/2010
Em R\$

ANO	ICMS ARRECADADO NO MUNICÍPIO	ICMS REPASSADO AO MUNICÍPIO	%
1996	102 381 010	24 596 056	24,02
1997	93 652 584	23 943 774	25,57
1998	98 929 806	24 915 811	25,18
1999	125 522 747	28 218 957	22,48
2000	148 651 472	36 537 241	24,58
2001	273 659 278	43 407 944	15,86
2002	193 185 679	50 544 480	26,16
2003	209 287 151	56 716 973	27,10
2004	268 099 906	63 284 000	23,60
2005	302 718 023	70 302 802	23,22
2006	322 127 100	74 261 380	23,05
2007	339 850 800	90 783 243	26,71
2008	364 131 900	87 795 940	24,11
2009	399 153 101	88 778 607	22,24
2010	430 078 100	94 493 532	21,97

Fonte: Londrina (2011, p. 200).

Alternativas de investimento

Várias empresas industriais prospectam a possibilidade de se localizar em Londrina e algumas barreiras acabam dificultando esta decisão, como cidades mais próximas ao porto de Paranaguá, e inexistência de um porto seco, e de um aeroporto internacional, ambas as demandas caminham para ser atendidas. A primeira do porto seco há um projeto carecendo apenas de aprovação, visto que Maringá a cerca de 90 km já tem o seu. Quanto ao aeroporto internacional há um projeto de alongamento da pista do aeroporto atual e a colocação do ILS prevista para 2015. E ainda a construção de um aeroporto de cargas regional em um projeto conhecido como Arco Norte que enfrenta a resistência de ambientalistas em sua localização próxima à Mata dos Godoy.

Com o atendimento destas demandas e com uma série de outras vantagens a distância do porto de Paranaguá ou Santos pode ser compensada.

Há ainda um grande campo de atuação no setor de reciclagem e tratamento de resíduos especiais visto existir a cultura da reciclagem na cidade um bom número de cooperativas e de pessoal ligado a estas prestando um serviço ambiental que se complementado pode ser de grande valia.

Serviços urbanos

Londrina é bem servida de energia elétrica, água, esgotos e coleta de lixo. Destaca-se que a coleta e tratamento de esgotos atingem 89% da população sendo um índice bastante significativo perante a realidade da maioria dos municípios brasileiros (LONDRINA, 2011, p. 102).

Vias e fluxos de transporte

A CTR esta situada na estrada rural da maravilha a cerca de 25 km de distância da sede da CMTU. No início da operação apresentou desgaste, mas tem sido frequentemente recapeada.

O Aeroporto José Richa recentemente reformado e em fase de ampliação de pista e instalação do ILS até 2015 atende voos regionais e de carga. Como já foi mencionado, há pressão para criação de um aeroporto regional de cargas na região da Mata dos Godoy que dificilmente será implantado dada a demanda de recursos e as resistências ambientais e ainda a dificuldade de adaptação do atual aeroporto às suas reais necessidades. Seria um desvio de prioridades e de recursos escassos para uma obra importante, mas que no momento não apresenta viabilidade técnica (opinião do autor).

d) Resíduo sólido

Na Tabela 8 observa-se que o volume diário de 523 t é o total estimado incluindo os recicláveis, grande parte do material é desviado da CTR e do aterro pelas cooperativas, o número de veículos de coleta varia de acordo com a empresa contratada emergencialmente, bem como o número de funcionários.

Tabela 8 - Coleta de Lixo Doméstico no Município de Londrina - 2010

DISCRIMINAÇÃO	VALORES
Volume Diário Produzido (t)	523
Volume Coletado Anual (t)	150 400 (aproximadamente)
Porcentagem da População Atendida (urbana e rural)	Não informada
Número de Viagens Diárias	48 (média)
Número de Veículos na Coleta	20
Número de Funcionários na Coleta	129
Frequência da Coleta Domiciliar	Centro: Dia e noite Bairros: Alternado – Dia e noite
Destino Final do Lixo	Central de Tratamento de Resíduos (CTR)
Área do Aterro Sanitário (ha)	Não informado
COLETA DE ENTULHOS E GALHOS	
DISCRIMINAÇÃO	VALORES
Volume Coletado Anual (t)	Não existe controle
Volume Diário Produzido (m ³)	Não existe controle
Destino Final do Lixo	Até 30/10/2010 os resíduos eram destinados para o Aterro Controlado de Londrina

Fonte: Londrina (2011, p. 104)

Na Tabela 9 se apresenta a extensão e a frequência do atendimento da varrição.

Tabela 9 – Varrição no Município de Londrina – 2010

DISCRIMINAÇÃO	VALORES
Extensão de Vias Atendidas (Km ² /mês)	5 499,1
Número de Bairros Atendidos	171
Frequência por Setor	Quadrilátero central: Diário – diurno e noturno. Bairros: 1 vez por semana / 2 vezes por semana e 3 vezes por semana
Número de Funcionários Utilizados	140

Fonte: Londrina (2011, p. 104).

Situação no momento do estudo (catadores, lixo espalhado)

A situação no momento apresenta problemas. Uma das cooperativas a COCEPEVE não vem coletando seu material com recursos próprios e deixa cerca de 95.000 domicílios com coleta deficitária, atendendo somente 45.000 domicílios. A prefeitura colocou um caminhão de uma concessionária para fazer a coleta em parte

do roteiro da referida cooperativa. A grande dificuldade é que este equipamento é compactador e acaba danificando o material reciclável que tem sido recusado pela cooperativa. Este então é transportado à CTR para posterior separação ou à Central de Engenharia Reversa onde fica em barracões. Ocorreram caso deter sido deixado a céu aberto, o que resultou em multa para a prefeitura e ao ultimo presidente da CMTU.

Entre coleta de resíduos orgânicos, rejeitos e administração de aterro, a prefeitura gasta cerca de R\$1.800.000,00 mensais, em contratos temporários. A coleta seletiva está deficiente, recolhendo recicláveis de apenas 95.000 domicílios. Se coletasse a totalidade, significaria uma economia de R\$7.474.757,00 em cinco materiais (lata de alumínio, vidro, papel e papelão, lata de aço e plástico) e um custo evitado R\$2.811.477,00 de aterragem, além de a possibilidade gerar 12.017 empregos de 1 Salário Mínimo e gerar outros 4.520 - Memória de Cálculo no ANEXO C (software VERDES, 2012).

A população, por sua vez, cansada de ver o material por ela separado não ser recolhido por semanas, passou a não mais separar o material reciclável, juntando-o ao lixo comum, cujo destino é a CTR onde é aterrado.

Mesmo com esses problemas, grande parte do material reciclável tem sido desviado do aterro e comercializado pelas cooperativas.

O mesmo acontece com parte do resíduo orgânico que não vem sendo separado com a acuidade necessária para que resulte num bom composto orgânico.

Todo o estoque de composto curado tem sido encaminhado ao viveiro municipal de mudas. Já se começa a produzir um novo lote de compostos com mais qualidade, a partir de material melhor selecionado, com o termino do material estocado nas células.

Tabela 10 - Coleta de Lixo Reciclável no Município de Londrina – 2010

DISCRIMINAÇÃO	VALORES
Volume Coletado Anual ^(t)	Não informado
Volume Diário Coletado ^(t)	Não informado
Número de Funcionários na Coleta	414
Número de Veículos na Coleta	58
Número de ONGs na Coleta	38
Destino Final do Lixo	Comercialização dos Materiais Recicláveis

Fonte: Londrina (2011, p. 105).

Na Tabela 10 o número de funcionários se refere aos catadores de cooperativas, os veículos na maioria são particulares a exceção de um caminhão fornecido pela prefeitura para apoiar as cooperativas. As ONGs eram 38, foram reduzidas a 24 e hoje são duas cooperativas com a concorrência de alguns catadores informais. Os materiais coletados são comercializados como já falamos no decorrer do trabalho através de leilões.

Volume produzido

O volume deste, oscila entre 90 e 140 t diárias de recicláveis. Além disso, há ainda, cerca de 330 t entre orgânicos e recicláveis que são direcionadas a CTR para separação, compostagem e aterramento. (LONDRINA, 2010).

Sistema de coleta de lixo e frota coletora

A empresa MM conta com vinte veículos envolvidos na coleta, mas ainda opera em caráter emergencial (contrato a cada seis meses) em virtude de a licitação para os próximos cinco anos ter sido embargada por diversas vezes (nota do autor).

Além do Ministério Público uma ONG denominada Observatório da Gestão Pública de Londrina (OGPL) tem sistematicamente contestado as licitações quanto a peso, duração, serviço fechado em bloco e tem sido vitoriosa.

Os veículos da coleta seletiva se dividem entre próprios das cooperativas, de catadores e um terceirizado da empresa Visatec que faz transbordo para as cooperativas.

Neste ano foi contratada uma empresa de São José dos Pinhais para auxiliar no transbordo, mas esta enfrentou problemas de licitação, além de operar com veículos compactadores o que danifica os recicláveis coletados.

Proximidade dos mercados e ações de *marketing*

Tanto a CMTU, quanto a Kurica Ambiental tem falhado nas ações de *marketing* ao oferecer o produto. Londrina é polo regional fica próximo a áreas de

plântio de cana-de-açúcar e de áreas de reflorestamento e deveria envidar esforços para oferecer o produto a estes mercados.

Outra alternativa seria que a própria empresa operadora do aterro / CTR / área de compostagem no caso a Revita ser remunerada para fazer a comercialização do produto.

e) Compostagem e alternativas agrícolas

Como já foi observado, na região de Londrina são cultivadas lavouras permanentes e temporárias. Encontra-se em uma região estratégica onde a uma distância de no máximo 250 km existem grandes plantações de laranja (noroeste do Paraná), plantações de cana-de-açúcar no norte pioneiro e sul de São Paulo, e, há uma região de reflorestamento pertencente a indústria Klabin na área de Tibagi e Telêmaco Borba, ambas no sul do Paraná. Em todas estas culturas o composto poderia ser utilizado, sem restrições.

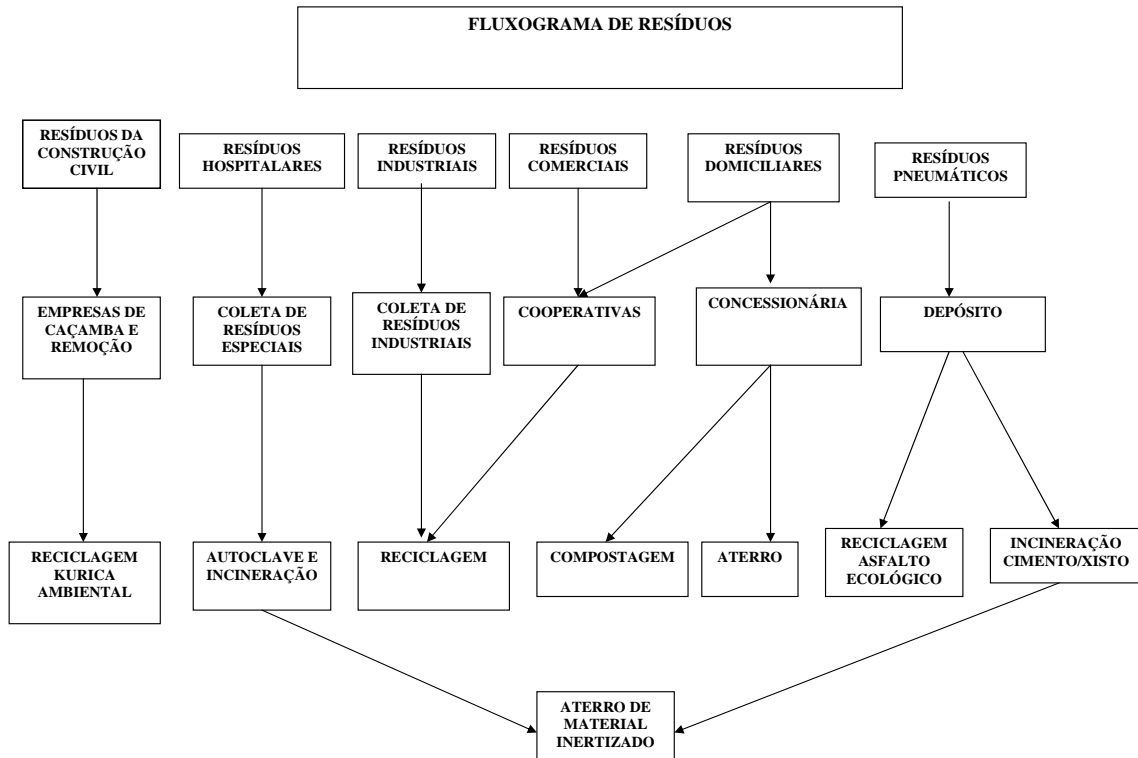
Por precaução e por norma legal as verduras, legumes e tubérculos que vão à mesa e tiverem tido contato direto com o composto orgânico não devem ser consumidos *in natura*. Já vagens, milho e frutos, podem e devem ser consumidos.

O composto poderia ainda ser utilizado nas áreas de silvicultura, jardinagem, adubação de jardins, reforço de taludes não tendo qualquer restrição e sim incentivos pela sua praticidade e economia.

Londrina tem hoje cerca de 40 composteiras instaladas em escolas de rede municipal onde os restos de cozinha acrescidos de aparas de grama e papéis formam um composto de boa qualidade que está sendo utilizado nas hortas das escolas, cujo produto é utilizado na merenda escolar.

O sistema em Londrina funciona com a seguinte definição conforme demonstra a Figura 54:

Figura 54 - Fluxograma de Resíduos, Londrina-PR, 2008

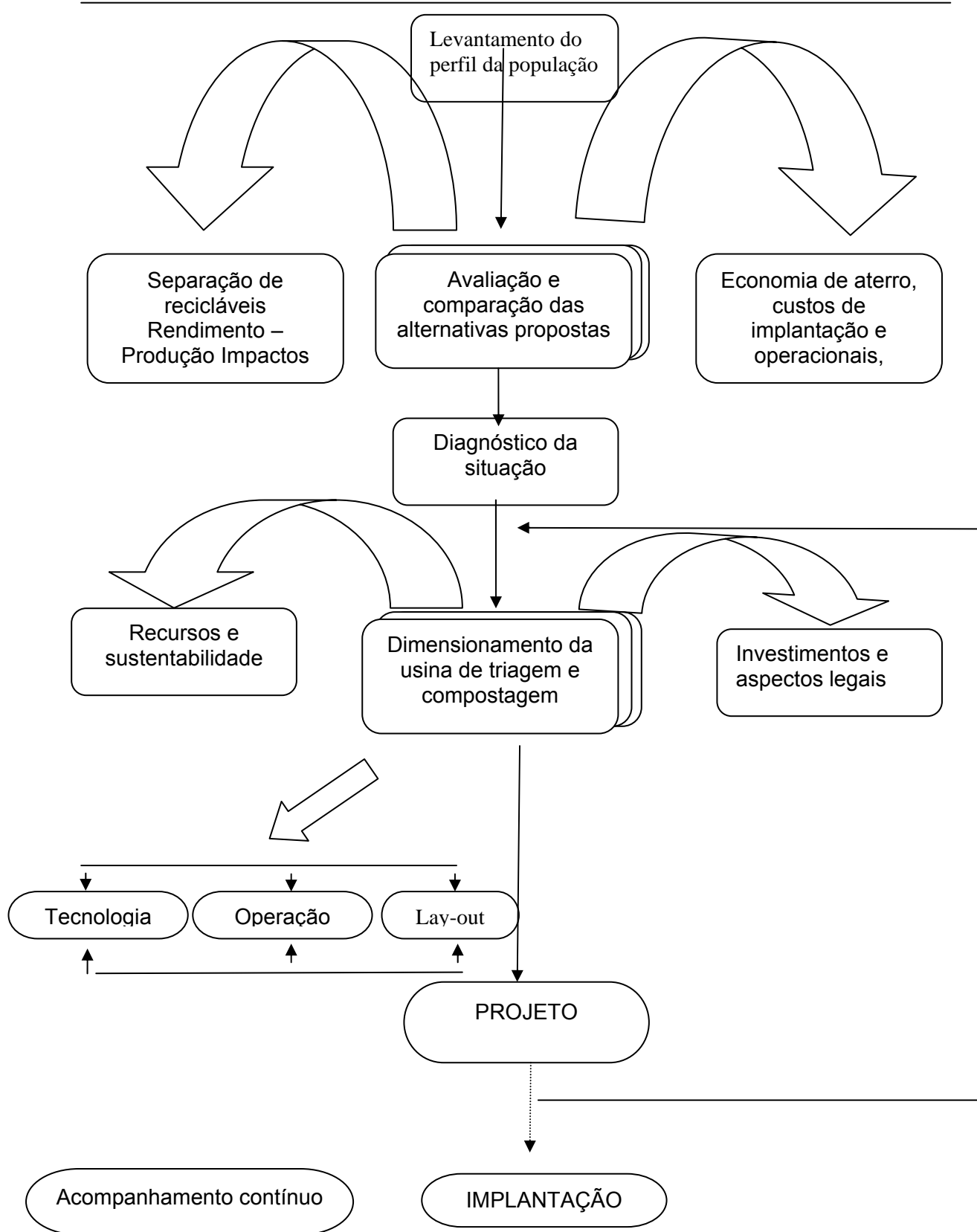


Fonte: o autor (2008).

A partir do apresentado, a compostagem pode ser uma boa alternativa para o destino de grande parte dos resíduos orgânicos produzidos. Sua implantação pode ser realizada conforme apresentado por Silva, Mendes e Barreira, (2009) e detalhado na figura 55.

O primeiro passo para a implantação de uma usina de triagem e compostagem é fazer um levantamento do perfil da população, para saber qual o volume da geração de resíduos. Com esta base de dados, fazer diagnóstico da situação, avaliação das medidas necessárias e propostas, quanto se economizará com economia das despesas de aterramento, qual o custo de implantação e o dimensionamento da usina de compostagem, levantar aspectos jurídicos e legais, desenvolver o projeto, levando em conta aspectos técnicos como tecnologia e layout, aplicar o projeto e finalmente e fazer o monitoramento contínuo e constante.

Figura 55 - Procedimentos para implantação de uma usina de triagem e compostagem



Fonte: Silva, Mendes e Barreira (2009).

A usina de compostagem de Londrina já está implantada, seguiu em parte os parâmetros estabelecidos pelo Método do SIRCLUA, implantando uma usina que estava comprada e não havia sido implantada há cerca de 15 anos. A área fica na zona rural e a exceção da deterioração da estrada rural com o uso frequente não provocou grandes impactos na população rural.

O autor fez a simulação com o *software* VERDES sobre a utilização do potencial total dos elementos recicláveis do fluxo de materiais do município de Londrina. A memória de cálculo consta do ANEXO C e sabedores que somos da performance da coleta seletiva no presente momento, serve de alerta para as autoridades municipais responsáveis pelo setor, sobre o desperdício de recursos e de materiais, como pode ser verificado no relatório da visita técnica mais recente apresentado a seguir.

A primeira visita técnica foi feita há cerca de um ano e numa outra, comparativa, feita recentemente não foi colhida a amostra para análise química porque o material que estava sendo compostado era antigo e os procedimentos para fazer um bom composto ainda não são seguidos. Foi agendada uma visita para agosto de 2012 para coleta de amostra que completará 60 dias e esta ainda não ofereceu um melhor parâmetro para análise, e dentro do tempo de conclusão do volume definitivo deste trabalho não será possível colher tal amostra, sendo portanto, forçosamente descartada tal análise.

Em visita técnica realizada em julho de 2012, foram constatadas que vários problemas existentes na visita anterior em março de 2010 foram sanados, alguns se potencializaram como será comentado a seguir.

Figura 56 - Material antigo ainda estocado misturado, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 57 - Material antigo já rasgado e misturado CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Nas Figuras 56 a 57 observa-se a operação do material depositado indevidamente anteriormente que poderia ter sido aterrado, mas está sendo recuperado o que mostra boa vontade dos operadores e outro barracão já devidamente organizado.

Figura 58 - Picador e monturo de cavacos fonte de carbono da usina, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 59 - Monturo de cavacos no detalhe, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 60 - Fonte de carbono adicionada a material orgânico processado CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Nas Figuras 58, 59 e 60 - observa-se a boa qualidade dos cavacos e do material que servirá de fonte de carbono para a compostagem e a organização do referido barracão.

Figura 61 - Caminhão retirando material compostável da esteira, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Na Figura 61 - observa-se o funcionário terceirizado fazendo retirada do material a ser compostado diretamente da esteira para um caminhão caçamba que transportará o material para os barracões de compostagem.

Figura 62 - Caminhão retirando rejeitos e recicláveis da esteira, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Na Figura 62, observa-se um caminhão do graneleiro / caçamba que retira da esteira o material reciclável e rejeitos que dada a situação do material inicial e depois da contaminação será transportado para as células de aterramento, revelando um sério desperdício e falta de cuidado na separação dos recicláveis.

Figura 63 - Peneira da usina de compostagem, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Na Figura 63, observa-se a peneira que apesar das adaptações ainda retém muito material reciclável em suas malhas, precisando ser constantemente limpo. Novamente pontuamos para a situação do material inicial e falta de cuidado na separação dos recicláveis.

Figura 64 - Funcionário abastecendo a esteira de alimentação da usina de compostagem, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Na Figura 64 - observa-se um funcionário conduzindo o material à esteira de abastecimento, já devidamente misturado. Novamente indica-se a necessidade de uma mesa anterior à esteira e material necessário para rasgar os sacos plásticos na mesma área para facilitar o trabalho.

Figura 65 - Leira com presença de restos de sacos plásticos, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 66 - Leira em fase de revolvimento, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Nas Figuras 65 e 66 - observam-se na primeira grande quantidade de plásticos e na posterior o revolvimento para aeração da leira.

Figura 67 - Leira de composto em maturação, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 68 - Composto curado, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 69 - Composto curado sendo peneirado fase final, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Nas Figuras 67, 68 e 69, observa-se a boa operação das leiras em comparação à situação do ano anterior, que somada ao transporte com caminhão dá uma ideia de um sistema com maior produtividade como enaltecíamos na visita técnica anterior. Com o atenuante que a Central de Compostagem tem fornecido cerca de 10 t de composto mensais para a central de mudas do município e que parte tem sido usada nos jardins municipais onde tem sido plantadas floreiras.

Figura 70 – Barracões e usina em primeiro plano e depósito de galhos em segundo plano, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Na Figura 71, observa-se a operação da usina os barracões de compostagem e em segundo plano os depósitos a céu aberto das aparas de árvores que servirão de fonte de carbono. Há que se salientar que a empresa de energia tem feito a poda de árvores e com um caminhão e um picador faz a moagem no local e direciona os materiais resultantes à hortas comunitárias para fins de compostagem e utilização em ajardinamento.

Figura 71 - Lagoas de chorume (quatro) e uma em construção a esquerda, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 72 - Construção da terceira célula, primeira e segunda à esquerda, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Figura 73 - Queimador para de metano no topo da primeira célula, CTR, Londrina-PR, 2012



Fonte: o autor (2012).

Nas Figuras 71, 72 e 73 observam-se as lagoas de chorume que eram apenas duas e hoje são quatro. Está em construção uma quinta lagoa, e um dos quatro queimadores alojados na célula, um para queima do metano gerado. A primeira célula foi alongada, construída a segunda e a terceira esta em detalhe, podendo-se observar ainda a altura do material à esquerda na foto na primeira célula. Demonstrando anteriormente grande parte do material orgânico e reciclável vem sendo aterrado sem tentativa de reciclagem. E que a continuar esta situação não haverá limite para novas células e nem para lagoas.

6 ANÁLISE DA VIABILIDADE DA PROPOSTA

Um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos para atender a PNRS em Londrina, passa por uma operação que envolve a participação da Prefeitura na gestão das cooperativas de coletores organizadas e informais, na gestão das concessionárias, na administração da coleta universal, no transporte dos resíduos, e na administração da CTR e da compostagem, além da sociedade civil. Esta, fazendo sua parte que é separar os diversos resíduos colocando-os à disposição dos coletores nos dias e frequências combinadas e cobrando o correto tratamento e a reciclagem até o limite da tecnologia existente, evitando-se assim a formação de novos passivos ambientais.

Dessa forma, as responsabilidades seriam divididas, como já acontece atualmente com a varrição da cidade, a manutenção dos parques e jardins públicos e a administração do aterro sanitário. Destaca-se na atual proposta que apenas a parte remanescente dos resíduos, ou seja, a parcela não reciclada e não compostada deverá ser inertizada e/ou disposta em aterros.

Os resíduos da construção civil continuarão a cargo de uma empresa, sendo o transporte promovido por sistema de caçambas ou caminhões, o que impede a formação dos 'bota-foras', mesmo que para isso seja necessária a criação de estações de transbordo.

Observa-se também que a criação dos ecopontos institucionaliza os botas-foras oficiais de certa forma, porque não há fiscalização, e o que acaba ocorrendo é o despejo de lixo doméstico, indiscriminadamente.

Para esta questão, existe a necessidade da criação de ecopontos com recebimento oficial de entulho de construção, destinado somente a pequenas quantidades que não demandem uma caçamba, portanto de pequenos geradores, com documentação do recebimento. Deste modo, evitando-se que se coloque o entulho juntamente com o lixo doméstico que inevitavelmente teria como destino o aterro sanitário. Móveis em condições de serem ainda utilizados devem ser destinados à população carente em caso de enchentes ou incêndios.

A prefeitura de Londrina já demonstrou interesse em reativar sua usina de tratamento de entulho. Esta iniciativa merece atenção por criar uma alternativa à empresa particular, e pavimentar as estradas municipais, carentes de

moedamentoa qual utilizará o material para reforço dos acessos ao antigo aterro sanitário e à CTR, podendo também fazer *pavers*, *bloquetes*, etc.

Os resíduos hospitalares, atualmente encaminhados a São Paulo e Curitiba, deverão ser coletados por empresas ou cooperativas especializadas e capacitadas para essa operação e conduzidos para autoclavagem ou outras formas de inertização no próprio município. As operações de inertização podem ser promovidas pelas mesmas empresas ou cooperativas responsáveis pela coleta e pelo transporte desses resíduos, e posteriormente dispostos em aterro de resíduos especiais seguindo normas da Agência Nacional de vigilância Sanitária (ANVISA).

Os resíduos comerciais recicláveis já são coletados por agentes pertencentes às duas cooperativas formais e reciclados; a parte não-reciclável será inertizada e encaminhada ao aterro de resíduos especiais.

Os resíduos comerciais orgânicos serão coletados em separado e destinados ao centro de compostagem particular, e posteriormente vendidos pela operadora aos interessados.

Os resíduos domiciliares recicláveis continuarão a ser coletados pelas cooperativas e recicladores. A parte orgânica deverá ter coleta em separado do material não-compostável, tais como fraldas, papel sanitário, camisinhas, que fatalmente contaminariam e descaracterizariam a matéria orgânica e deverão ser encaminhados à CTR para aterramento. A parte orgânica encaminhada à compostagem começando com uma meta factível de 5% e avançando até atingir 60-80% do material orgânico que representa uma meta ambiciosa.

Para orientar a dinâmica dos processos decisórios, é fundamental a elaboração de uma política regional (metropolitana) de resíduos sólidos. Esta, além de garantir a efetiva participação dos envolvidos, regulamentando incentivos econômicos, tais como subsídios ou impostos negativos, como a devolução do equivalente à parte reciclável (orgânica e não orgânica) cobrada na taxa do lixo, hoje cobrada no IPTU. Vale ainda destacar a importância da remuneração por volume coletado pelos coletores, visto que essas parcelas não serão aterradas e, portanto, devem ter seu valor abatido, o que incentivaria a prática da reciclagem em contraposição à criação de um passivo ambiental.

O importante para que o sistema funcione é ter atrativos econômicos e financeiros e, para o público em geral, a criação de uma consciência ambiental,

por meio de campanhas educativas com a participação do maior número possível de agentes (igrejas, grupos de escoteiros, *Lions Club*, *Rotary Club*...) (MORAES, 2003).

Quanto aos resíduos industriais, a responsabilidade por eles é legalmente atribuída ao gerador, devendo sua gestão seguir os Princípios da Convenção da Basileia, da qual o Brasil é signatário, observando-se especialmente a perspectiva de redução da geração na fonte e inertização no próprio local de geração. Destaca-se que, segundo a Convenção da Basileia, o transporte de resíduos deve ser sempre minimizado, o que impõe uma preocupação regional para o tratamento e disposição dos resíduos gerados especificamente na região. Dessa forma, os problemas decorrentes da importação e da exportação de resíduos devem ser a todo custo evitados.

Quanto à operação de sistemas regionais de inertização e disposição desses resíduos, esta pode ser realizada por empresas ou cooperativas especializadas. No sentido de atribuir maior responsabilidade ao gerador acerca da geração de resíduos e do adequado encaminhamento dos mesmos, a cobrança sobre a coleta de lixo domiciliar tem de ser mudada. O morador se acha no direito de descartar seu lixo para a coleta, sem qualquer separação, simplesmente porque faz o pagamento de uma taxa (que na maioria das vezes não cobre os custos). A cobrança tem de ser proporcional ao resíduo descartado, levando-se em conta a quantidade de material reciclável separado na fonte, incentivando-se a redução dos custos do morador, a quantidade de material orgânico separado na fonte, bem como a quantidade dos rejeitos a serem descartados. Esta pode ser por latas, por volume como já ocorre nos Estados Unidos.

Alguns tipos de embalagens têm de ter um estímulo adicional conhecido como depósito reembolsável; é o caso específico das embalagens *pet*, *tetrapack* e embalagens de vidro para cervejas não-retornáveis e vinhos.

Uma forma de cobrança que tem tido bom resultado é a alemã, conhecida como *Pfand* (penhor tradução literal). Quando se compra, por exemplo, água mineral é acrescentado na hora da compra € 0,25 e quando se devolve a garrafa em máquinas automáticas esta emite um boleto que dá direito ao desconto na hora da compra de qualquer outro produto.

As sacolas descartáveis, que tanto incomodam, têm a alternativa já adotada por alguns municípios brasileiros que é seu banimento completo com a substituição por sacolas retornáveis.

Pode-se também ter a opção adotada por países da Europa como, França, Holanda, Alemanha, que simplesmente não fornecem sacolas descartáveis, oferecem apenas as retornáveis com código de barra e cujo preço varia de € 0,05 a € 0,25. O supermercado não fornece nenhum tipo de sacola gratuita.

O descarte de material inservível, como sofás, mesas, cadeiras, geladeiras, televisões, equipamento eletroeletrônico, tem de ser feito nos ecopontos e ser recuperado por entidade equivalente ao Provopar no caso do estado do Paraná ou pelo equivalente a defesa civil em outros estados. Esta, fornecerá gratuitamente ou por um pequeno custo simbólico, às pessoas que sofreram efeitos de calamidades como incêndios, alagamentos, vendavais e outros desastres naturais.

A separação dos resíduos na fonte e a reciclagem (em todos os níveis) devem ser obrigatórias e não-facultativas, como ocorre hoje. Se, por exemplo no Japão, for descartar material reciclável diferente do coletado no dia ele é multado.

De maneira geral as concorrências públicas e licitações têm de necessariamente incluir o tratamento dos resíduos orgânicos pela compostagem, mas, o que se observa é a tentativa de licitar o serviço como um todo adotando simplesmente o aterramento.

Antes do aterramento de resíduos, deve haver uma preocupação efetiva com a compostagem, visando reduzir o material a ser aterrado. Da mesma forma, os parques e jardins devem ser equipados com uma unidade de compostagem no sentido de permitir o aproveitamento de folhas, galhos, as podas de grama, e a produção de composto no próprio local de uso. Isso permitirá a economia em transporte e equipamentos, como sacos plásticos onde são embaladas as podas de grama.

As falhas que estão ocorrendo na operação do sistema em Londrina têm causas aparentes de fácil correção. Avanços conquistados estão sendo perdidos por falhas gritantes na operação. As pessoas envolvidas não querem tomar medidas impopulares e, se não o fazem, têm de ser removidas de seus cargos. Elencam-se a seguir algumas sugestões:

As cooperativas de recicladores devem atuar em uma região delimitada e serem premiadas e/ou penalizadas de acordo com sua atuação na coleta e triagem do material reciclado. Nesse sentido, os gestores do sistema de resíduos devem estabelecer contratos detalhados no sentido de garantir a boa

atuação das cooperativas ou sua substituição por outras possibilidades para a coleta e encaminhamento do material reciclável.

Os carrinhos dos coletores têm de ser o mais tecnológico possível, a exemplo dos cedidos pela Itaipu, e/ou dotados de *ecobags* delimitando-se o espaço dos resíduos e sacos menores onde faça uma pré-seleção por tipo de resíduos. Poupar-se tempo na ocasião da triagem na usina ou cooperativa, visto que, se coletados misturados dever-se-á fazer a triagem na cooperativa, barracão ou na usina. Com isso se pouparia um tempo precioso dos coletores, tornando-os mais produtivos.

Os ecopontos da maneira como estão instalados só fazem estimular a deposição ilegal e irregular de resíduos. Todo ecoponto ou estação de transbordo, se mantido, deve ser cercado, mantendo-se um agente de recepção que irá direcionar os resíduos ao local exato. Os móveis e utensílios, em condições de uso e de reformas têm que ser direcionados para uma ala, onde não sofram a ação de intempéries e, quando em estado de uso, sejam direcionados a pessoas que tiveram suas casas queimadas ou sofreram a ação de vendavais.

A fiscalização no caso da prefeitura de Londrina, quanto a condições de meio ambiente tem de ser necessariamente exercida por agentes da Secretaria de Meio Ambiente, agentes da CMTU (agentes de trânsito, código de posturas e na verdade responsáveis pela gestão da Central de Tratamento de Resíduos), agentes da fiscalização sanitária (bares, lanchonetes, hospitais, empresas), agentes fiscais da fazenda (impostos, alvarás) e finalmente a Guarda Municipal e não somente agentes da SEMA que são poucos - qualquer pessoa do povo pode e o agente municipal seja ele qual for, tem a obrigação de agir no caso de degradação do meio ambiente.

A Prefeitura e seus agentes, por seu turno, têm a obrigação de dar o bom exemplo. Não devem e não podem, a qualquer pretexto, limpar ecopontos, feiras, cemitérios e destinar os resíduos à célula da CTR ou ao aterro. Devem buscar reciclar todos os resíduos até o limite da tecnologia existente, aterrar somente os rejeitos e estar preparados para usar a tecnologia avançada e eliminar passivos ambientais.

Sugere-se que a Prefeitura conceda descontos em impostos para quem fizer uso de composto, empresas de paisagismo teriam desconto no Imposto

Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) desde que utilizem o composto produzido localmente no lugar de fertilizantes químicos

A prefeitura com sua Central de Mudas no Viveiro Municipal tem usado grande parte do composto gerado pela CTR, isto deve ser estendido a outras clientelas.

São necessárias campanhas contínuas de Educação Ambiental (EA) para obtenção de resultados duradouros; isto não vem acontecendo no município de Londrina, tanto que os condomínios onde reside o pessoal de mais baixa renda tem sido os mais resistentes em colaborar com o sistema.

Quando da ocorrência de epidemias de dengue, as autoridades ambientais têm de tomar medidas sérias, sugerindo-se que os órgãos aos quais compete em caso de descumprimento da lei, notifiquem e multem grandes geradores, na primeira ocorrência. Na reincidência dobrar-lhe a multa e outras penalidades e na terceira vez seja cassado o alvará de operação. Quanto aos domicílios, uma vez descumprida a lei, que sejam multados e enquadrados em crime ambiental na forma da lei e, caso haja o agravante, interdite-se o domicílio e cesse-se o habite-se.

Existem várias propostas que consistem principalmente na criação de taxas para tratamento do lixo, como tem acontecido em vários municípios brasileiros; entende-se que a taxa atual é somente para coleta domiciliar e disposição final por meio de aterramento; por outro lado, se o consumidor for contemplado com um desconto nessa taxa para melhor separação de seus resíduos, ele poderá fazê-lo ou não arcando com os custos do acréscimo. Outra opção é a cobrança proporcional ao peso ou volume do lixo, como acontece no exterior. Nesse caso, a tendência do cidadão é sair da inércia e tornar-se um colaborador ambiental.

Outra opção é a dos depósitos reembolsáveis, como acontece com os vasilhames retornáveis de cerveja, com os botijões de gás e com as baterias automotivas, com a sua inserção em produtos que ainda não têm mercado para reciclagem. Isto obrigaria a devolução, garantindo-se o recolhimento.

Há a necessidade de medidas quanto a administração e acompanhamento da CTR, apesar de um projeto moderno este não tem sido acompanhado pelo seu autor, não há sequer cobrança de amostragem do composto produzido.

A primeira célula que deveria durar cinco anos, esgotou-se simplesmente em cinco meses, um ano depois a segunda célula está esgotada e a terceira encontra-se em construção, isto porque a Prefeitura não tem cumprido sua obrigação, deixando de exigir do prestador de serviços a implementação do serviço de compostagem, e quando o fez de forma reduzida. Com o agravante que desestimulados a população e as cooperativas não cumprem com seu papel e tem feito com que a maior parte dos recicláveis e dos orgânicos seja destinada ao aterramento.

Com a simulação do aproveitamento total dos recicláveis verificou-se a perda de grande parte dos recursos que poderiam ser canalizados para melhorar a vida dos catadores e cooperativados.

Nesse sentido, merece destaque a inépcia dos órgãos governamentais, e a ausência de políticas que promovam a melhora contínua desses processos de absoluta relevância ambiental e adequação à realidade brasileira. Dessa forma, é mais fácil desativar as experiências em curso, do que incrementar um suporte relevante no sentido de consolidar essas práticas.

Por outro lado, a compostagem foi de certa forma, estigmatizada como prática inadequada ou complexa, quando na realidade ela apresenta contribuições singulares para a gestão de resíduos.

Para mudar tal paradigma um dos fatores motivadores é a simulação do potencial de recuperação de resíduos através do *Software* VERDES e no caso de uma planta a ser montada o roteiro do *Software* SIRCLUA.

7 CONCLUSÕES

Diante do exposto, a proposta de sistemas integrados para a realidade brasileira e em especial a londrinense deve contemplar inicialmente, as alterações do sistema de gestão de resíduos sólidos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e seus impactos no planejamento da gestão do Município de Londrina-PR.

Analisou-se os cenários possíveis para atender a PNRS colaborando na definição do sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos, de aparas de árvores e resíduos de poda grama para fins de reciclagem da fração orgânica por compostagem.

Levantou-se as atuais técnicas de compostagem e as perspectivas tecnológicas de curto e médio prazo, suas vantagens e limitações.

Analisou-se comparativamente os subsistemas e as alternativas em relação à compostagem em Londrina-PR., visando o tratamento da fração orgânica que é definida pela PNRS;

Partindo-se do atual sistema de gestão da cidade de Londrina-PR., efetuando-se o diagnóstico situacional da cidade foram analisadas as vantagens e limitações de cada sistema. Sugeriu-se a continuidade do sistema de compostagem dos resíduos orgânicos, preferencialmente através de uma empresa concessionária, com recursos e tecnologia apropriados, que colocará o produto resultante à disposição dos interessados.

Em outros locais, o sistema poderá funcionar com caráter híbrido, ou seja, podendo operar em alguns municípios com a Prefeitura, ou como a autarquia municipal gerindo e operando o sistema e agentes ambientais (catadores e cooperativas destes) e ou com empresa concessionária, mas sempre com a colaboração destes agentes ambientais.

Na correção dos rumos, obrigatoriamente as ações devem remeter a preocupações com a conscientização da população acerca do consumo sustentável e da redução do descarte. Após essa iniciativa que representa um esforço na Educação Ambiental, deve ser praticada a coleta seletiva tanto dos resíduos orgânicos quanto dos inorgânicos (secos).

A coleta seletiva de resíduos orgânicos deve priorizar os locais que permitem uma maior eficiência de separação (merendas em escola, feiras livres,

sacolões e mercados). Esses materiais deverão ser encaminhados de forma específica para a produção de um composto de alta qualidade. Nas residências, deve ser promovido um esforço objetivando-se a separação entre os resíduos orgânicos (lixo úmido) e os inorgânicos (secos e inertes). Essa seleção possibilita o encaminhamento dos materiais orgânicos para a produção de um composto de qualidade inferior à de alta qualidade, a ser coletado e gerenciado por uma concessionária ou serviço público, e a reciclagem de materiais, que deve ser promovida através de cooperativas que já constitui uma prática nacional.

Sempre haverá uma parcela significativa de resíduos que não serão separados na fonte. Essa parcela deve ser objeto de uma coleta universalizada, encaminhada a uma estação de separação manual, através de mesas ou esteiras, onde a parcela orgânica é encaminhada para a produção de composto de qualidade inferior e aplicação restrita. A parcela de material não-orgânico deverá ser encaminhada à reciclagem, restando apenas rejeitos para a aterragem.

Condomínios horizontais que têm grande extensão de terra e, portanto vegetação, poderiam como tem sido incentivado, fazer a compostagem da parte orgânica de seus resíduos economizando em fertilizantes, e também no transporte desse tipo de produto para destinação final (aterramento).

Nota-se mesmo no serviço privado, dificuldade de colocar o composto pronto. Não há equipes de vendedores exclusivas que ofereçam o produto. Quando o produto é inovador é necessário haver divulgação, prospecção de mercado, oferecimento de amostras e experimentação gratuitas. E, em havendo resistência, procurar colocar o composto em cultivos de produtos não-alimentícios como cana-de-açúcar e outros que não vão diretamente à mesa do consumidor, além de seu uso na silvicultura em substituição aos fertilizantes químicos.

Há que ser promovida uma Educação Ambiental contínua como forma de conseguir os objetivos. Não é gastando hoje um pouco mais, no início de campanhas e amanhã nada, que se alcançam os objetivos; deve-se gastar sempre e o suficiente; este é o preço pago para um ambiente mais limpo e para a garantia de ficar livre de um passivo ambiental por décadas.

Grande parte da população dedicada ao tratamento do lixo não tem qualificação para alcançar outros cargos. Considere-se como ganho social a ocupação dessa mão de obra, mesmo que não se tenha carteira assinada, os motivos sociais apontados já sugerem que as prefeituras olhem com mais atenção

para essa parcela da população que também consome, paga impostos e quer se manter longe da fila da ajuda pura e simples e quer também que seja honrado, dignificado e reconhecido o seu trabalho.

O Ministério Público e IAP têm que fazer valer sua função e evitar que se formem passivos ambientais pela má atuação de gestores municipais. Estes: a autoridade pública, o prefeito, o diretor, o presidente de autarquia, qualquer que cometer crime ambiental tem de ser responsabilizados civil e criminalmente, pagando pelos prejuízos causados. E finalmente o que realmente mais funciona entre os políticos, é torná-los inelegíveis.

7.1 PERSPECTIVAS DE PESQUISA SOBRE O TEMA

Este trabalho não esgota as pesquisas sobre o tema da Política Nacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e abre um grande campo de trabalho para catadores, cooperativas, empresas particulares e também para pesquisadores, que devem procurar nos diversos tipos de reciclagem, principalmente na compostagem a solução da a maioria dos problemas que assolam as cidades de nosso país.

As novas implantações podem se valer das ferramentas que o *Software SIRCLUA* para melhor alocação e rendimento e o *Software VERDES* abre um potencial de utilização das referidas ferramentas para o melhor aproveitamento de todo capital físico e humano.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, R. Compost sales tips to meet current market conditions. **BioCycle**, Canada, v. 51, n. 6, p. 21-23, Jun. 2010.
- ARAUJO, E. Cooperativa da Zona Norte está com nova sede. **Folha de Londrina**, 05 nov. 2010. Folha Cidade, p.2.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. p.1.
- AUSTRALIAN researchers test digestion and composting of organics. **BioCycle**, Canadá, v. 48, n. 7, p. 10, Jul. 2007.
- AVANCINI, C. Retrocesso: falta de reciclagem gera prejuízo ambiental. **Folha de Londrina**, Londrina, 30 jun. 2009.
- BARREIRA, L. P.; COSCIONE, A. R.; ABREU JUNIOR, C. H. Qualidade do composto de resíduo sólido urbano. In: SILVA, F. C. et al. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos**: compostagem e interface agro-florestal. Botucatu: FEPAF - Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e Florestais, 2009. p. 93-108.
- BEED, D. N. ; BLOOM, D. E. **The international bank for reconstruction and development**. Washington- DC: The World Bank, 1995.
- BOVEA, M. D. Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. **Waste Management**, Oxford, v. 30, n. 11, p. 2383-2395, Apr. 2010.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**, Brasília, 3 ago. 2010.
- CADENA, E. et al. **Environmental impact of two aerobic composting technologies using life cycle assessment**. The International Journal of Life Cycle Assessment, New York, v. 14, n. 5, p. 401-410, Jun. 2009.
- CARREIRA, F. Bons exemplos que beneficiam a todos. **Folha de Londrina**, Londrina, 23 mar. 2011. Cidades.
- CLIFT, R. et al. The application of life cycle assessment to integrated solid waste management. **Process Safety and Environmental Protection**, Rugby, v. 78, n. 4, p. 279–287, Jul. 2000.
- CMTU - COMAPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO. **Central de Tratamento de Resíduos – CTR**. Londrina, 2010.
- COLOMBO, M.E.E.; GONÇALVES, E. Constituição de cooperativas de recicláveis e o processo de educação ambiental no município de Maringá. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 10., Maringá, 2007. **Anais...** Maringá: UEM, 2007.

COLON, M. ; FAWCETT, B. Community-based household waste management: lessons learnt from EXNORA's 'zero waste management' scheme in two South Indian cities. **Habitat International**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 916-931, 2006.

CURITIBA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Curitiba, out. 2010.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL WASTENET FIEP/SENAI, Curitiba, 2009. **Anais...** Curitiba:SENAI, 2009.

D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

ELORZA, T. Cooperativa recebe equipamentos: material amplia capacidade de reciclagem. **Jornal de Londrina**, Londrina, 5 nov. 2010b. p. 2

_____. Entulho pode substituir moledo nas vias rurais. **Jornal de Londrina**, Londrina, 17 nov. 2010a. p. 6.

FEHR, M. The prospect of municipal waste landfill diversion depends on geographical location. **The Environmentalist**, Netherlands, v. 22, p. 319 -324, 2002.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo**: os resíduos a questão energética e a crise ambiental. 2. ed. Piracicaba: Ed. UNIMEP, 1995.

_____. Resíduo sólido, sociedade e ambiente. In: SILVA, F. C. et al. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos**: compostagem e interface agro-florestal. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 11-23.

FRESCA, F.R.C. et al. Determinacao da composicao Gravimetrica dos Residuos Solidos Domiciliares do Municipio de Sao Carlos-SP. **Revista DAE**, São Paulo, n. 178, p. 48-71, set. 2008.

GARNHAM, P. Compost, good and bad. **Horticulture**, New York, v. 107, n. 4, p. 63-65, May 2010.

GONÇALVES, E. Zona Sul ganha unidade para reciclagem. **Folha de Londrina**, Londrina, 24 maio 2011. Cidades, p. 3.

HONG, R.J. et al. Life cycle assessment of BMT: based integrated municipal solid waste management: case study in Pudong, China. **Resources, Conservation and Recycling**, Ottawa, v. 49, n. 2, p. 129-146, Dec. 2006.

HU, D. et al. A pilot ecological engineering project for municipal solid waste reduction, disinfection, regeneration and industrialization in Guanghan City, China. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 11, p. 129 -138, 1998.

IBGE. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 11 jan. 2010.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: 2006. Rio de Janeiro, 2006.

IPARDES - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Paraná em números**: Londrina. Curitiba, 2009.

KOMARCHESQUI, B. Enfim, o novo aterro. **Jornal de Londrina**, Londrina, 29 out. 2010.

KURICA SELETA AMBIENTAL. **CTR Resíduos de Saúde**. Disponível em: <Disponível em: <<http://www.kuricaambiental.com.br/Servicos/223/CTR-Resíduos-de-Saúde.aspx>>. Acesso em: 23 maio 2011.

LIBALT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. *Métodos em Questão*, São Paulo, n. 1, p. 1-12, 1971.

LIMA, L. M. Queiroz. **Lixo Tratamento e Biorremediação**. São Paulo: Hemus, 2004.

LOMBARDI, E.; ROGERS, K. 2,500 Zero waste millionaires: servicing zw communities. **BioCycle**, Canadá, v. 48, n. 10, p. 32-35, Oct. 2007.

LONDRINA. Prefeitura Municipal. **Plano de desativação do atual aterro controlado de Londrina-Pr**. Londrina, out. 2009a.

_____. **Plano municipal de saneamento básico de Londrina-Pr**. Londrina, 2009b.

_____. **Perfil de Londrina**. Londrina, 2008.

_____. **Perfil de Londrina**. Londrina, 2010.

_____. **Perfil de Londrina**. Londrina, 2011.

LUPORINI, F. Londrina implanta cooperativa para catadores de recicláveis e testa carrinho elétrico. **Jornal de Londrina**, Londrina, 10 set. 2009. Disponível em: <<http://www.jornaldelondrina.com.br/online/conteudo.phtml?id=922972> . Acesso em: nov. 2011.

MARINGÁ. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Tecnologia Biopuster. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL WASTENET FIEP/SENAI, Curitiba, 2009. **Anais...** Curitiba, 2009.

_____. **Nossa cidade**: histórico do município. Maringa, 2003. Disponível em: <<http://www2.maringa.pr.gov.br/site/index.php?sessao=92f7d4af091x92&id=14>>. Acesso em: Acesso em: nov. 2011.

_____. **Experiência de Maringá com a tecnologia biopuster no tratamento de resíduos sólidos urbanos**. Maringá, 2007.

MATTOS, N. S. **Lixo**: problema nosso de cada dia; cidadania reciclagem e uso sustentável. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEISER, R. Creating an affordable road to composting: sustainable farms becomes compost site. **BioCycle**, Canadá, v. 48, n. 10, p. 28-31, Oct. 2007

MOHEE, R. Assessing the recovery potential of solid waste in Mauritius **Resources, Conservation and Recycling**, Ottawa, v. 36, p. 33-43, 2002.

MONTEIRO, J. H P. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/et000017.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2011.

MONTEJO, C. et al. Analysis of the presence of improper materials in the composting process performed in ten MBT plants. **Bioresource Technology**, Essex, v. 101, p. 8267-8272, 2010.

MORAES, R. P. **Resíduos sólidos e depósitos reembolsáveis: um estudo de caso para o município de Londrina-Paraná**. 2003. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília.

MÜNNICH, K.; MAHLER, C.F.; FRICKE, K. Pilot project of mechanical: biological treatment of waste in Brazil. **Waste Management**, Oxford, v. 26, , 2006.

NOVAES, W. **Lixo: Vega Sopave**. TV Cultura. 2002.

PEREGRINO, E. Coleta seletiva e limitada. **Jornal de Londrina**, Londrina, 24 maio 2011. Cidades, p. 8.

_____. Cooperativa reúne 17 ONGS de recicladores. **Jornal de Londrina**, Londrina, 11 set. 2009. p. 4.

PEREIRA NETO, J. T. **Compostagem**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1995. Filme

_____. **Manual de compostagem com processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

PICHAT, P. **A Gestão dos Resíduos**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

POGNANI, M., et al. Monitoring the organic matter properties in a combined anaerobic/aerobic full-scale municipal source-separated waste treatment plant **Bioresource Technology**, Essex, v.101, p. 6873–6877, 2010.

CPT - CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Reciclagem do lixo orgânico: uso agrícola do composto uma alternativa sustentável**. São Paulo, 2010 (CPT filme)

REDE GLOGO. **Globonews: cidades e soluções**. Disponível em: <http://globonews.globo.com/Jornalismo/GN/0,MUL_1637237-17665-304,00.html>. Acesso em : 23 maio 2011.

RONTELTAP, M. Integration of human excreta management and solid waste management in practice. **Desalination**, Amsterdam v. 248, p. 369-376, 2009.

SANTIN, W. Lixo é problema longe de solução. **Folha de Londrina**, Londrina, 6 set.

2009. Folha especial, p. 12-13.

SANTOS, A. D. et al. Sistemas de informação aplicados e gestão de resíduo sólido urbano. In: SILVA, F. C. et al. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos: compostagem e interface agro-florestal**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2009. p. 168.

SARIS, S. Cooperativa de recicladores recebe R\$ 62 mil. **Jornal de Londrina**, Londrina, 16 abr.2010. p. 3.

SEVÁ FILHO, A. O. Prefácio. In: FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo: os resíduos a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. Piracicaba: Ed. UNIMEP, 1995.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2009.

SILVA, F. C. et al. **Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo no estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. (Circular Técnica, 3).

SILVA, F. C.; MENDES, D. G.; BARREIRA, L. P. Procedimentos para aproveitamento de resíduo sólido urbano orgânico em municípios. In: SILVA, F. C. et al. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos: compostagem e interface agro-florestal**. Botucatu: Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e Florestais, 2009. p. 204.

SILVA, F.C. et al. **Reciclagem de lixo: uso agrícola do composto uma alternativa sustentável**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2003.

SILVA, F.C. et al. **Sistema especialista para o uso agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. (Documentos, 22).

SILVA, F.C. et al.. Processo de produção de compostos de lixo e a sua qualidade como fertilizante orgânico. **HOLOS Environment**, Rio Claro, v. 5, n. 2, p. 121-136, 2005.

SINHA, R. K.; HERAT, S. A cost-effective microbial slurry technology for rapid composting of municipal solid wastes in waste dump sites in India and its feasibility for use in Austrália. **The Environmentalist**, Netherlands, v. 22, p. 9–12, 2002.

SPENCER, R. Source separated collection and composting expansion. **BioCycle**, Canadá, v. 48, n. 1, p. 38-40, Jan. 2007,

SUNDBERG, J.; GIPPERTH, P.; WENE, C.O. A systems approach to municipal solid waste management: a pilot study of Göteborg. **Waste Management & Research**, London v. 12, n. 1, p. 73-93, 1994.

TEIXEIRA, E. N. Modelo Integrado de gestão de resíduo sólido. In: SILVA, F. C. et al. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos: compostagem e interface agro-florestal**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2009.

p. 25-52.

TIBAGI ENGENHARIA CONSTRUÇÕES E MINERAÇÃO. **Manual técnico: Sistema Kner**. Curitiba ,1995.

TROCA de lixo por alimento. **Folha de Londrina**, Londrina, 30 jul. 2011. Cidades, p. 3

VILHENA, A. Evolução da reciclagem no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL WASTNET: Tecnologia Biopuster, Curitiba, 2009. **Anais...** Curitiba: CEMPRE, 2009.

WILSON, E.J. et al. Euro-trash: searching Europe for a more sustainable approach to waste management. **Resources, Conservation and Recycling**, Ottawa, v. 31, p. 327–346, 2001.

ZHANG, H.; MATSUTO, T. Mass and element balance in food waste composting facilities. **Waste Management**, Oxford, v. 30, p. 1477–1485, 2010.

ANEXOS

ANEXO A
POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:(...)

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. (...)

I - acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;

II - área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;

III - área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis;

IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VI - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a **compostagem**, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - **gestão integrada de resíduos sólidos**: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada; (...)

XIV - **reciclagem**: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XIX - serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades previstas no [art. 7º da Lei nº 11.445, de 2007](#).

DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

(...)Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável; (...)

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

- a) produtos reciclados e recicláveis;
 - b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;
 - XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
 - XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
 - XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;
 - XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.
- Art. 8º São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:
- I - os planos de resíduos sólidos;
 - II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
 - III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
 - IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
 - V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
 - VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
 - VII - a pesquisa científica e tecnológica;
 - VIII - a educação ambiental;
 - IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;(...)
 - XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

DAS DIRETRIZES APLICÁVEIS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no **caput** e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei. (...)

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

- I - quanto à origem:
 - a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
 - b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
 - c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
 - d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
 - e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
 - f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
 - g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
 - h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; (...)

DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Art. 14. São planos de resíduos sólidos:

- I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- II - os planos estaduais de resíduos sólidos;

III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;

V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;

VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. É assegurada ampla publicidade ao conteúdo dos planos de resíduos sólidos, bem como controle social em sua formulação, implementação e operacionalização, (...)

Do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (...):

I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;

II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;

III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;

VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos;

IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico;

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos;

XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Parágrafo único. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas.

Dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

Art. 16. A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para os Estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. ([Vigência](#))

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no **caput** os Estados que instituírem microrregiões, consoante o [§ 3º do art. 25 da Constituição Federal](#), para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos.

§ 2º Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, as microrregiões instituídas conforme previsto no § 1º abrangem atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a gestão de resíduos de construção civil, de serviços de transporte, de serviços de saúde, agrossilvopastoris ou outros resíduos, de acordo com as peculiaridades microrregionais.

(...)
I - diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;

II - proposição de cenários;

III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado, para a obtenção de seu aval ou para o acesso de recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade estadual, quando destinados às ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;

VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos;

IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos, respeitadas as disposições estabelecidas em âmbito nacional;

XI - previsão, em conformidade com os demais instrumentos de planejamento territorial, especialmente o zoneamento ecológico-econômico e o zoneamento costeiro, de:

a) zonas favoráveis para a localização de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos;

b) áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos a serem objeto de recuperação ambiental;

XII - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

§ 1º Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

§ 2º A elaboração e a implementação pelos Estados de planos microrregionais de resíduos sólidos, ou de planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em consonância com o previsto no § 1º, dar-se-ão obrigatoriamente com a participação dos Municípios envolvidos e não excluem nem substituem qualquer das prerrogativas a cargo dos Municípios previstas por esta Lei.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, o plano microrregional de resíduos sólidos deve atender ao previsto para o plano estadual e estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos e, consideradas as peculiaridades microrregionais, outros tipos de resíduos. (...)

Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. ([Vigência](#))

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no **caput** os Municípios que:

I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16;

II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

§ 2º Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o [§ 1º do art. 182 da Constituição Federal](#) e o zoneamento ambiental, se houver;

III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;

VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;

IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;

XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;

XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;

XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;

XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;

XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

§ 1º O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no [art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007](#), respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do **caput** e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

§ 2º Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento.

§ 3º O disposto no § 2º não se aplica a Municípios:

I - integrantes de áreas de especial interesse turístico;

II - inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;

III - cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação.

§ 4º A existência de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não exime o Município ou o Distrito Federal do licenciamento ambiental de aterros sanitários e de outras infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sisnama.

(...)
§ 6º Além do disposto nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contemplará ações específicas a serem desenvolvidas no âmbito dos órgãos da administração pública, com vistas à utilização racional dos recursos ambientais, ao combate a todas as formas de desperdício e à minimização da geração de resíduos sólidos.

§ 7º O conteúdo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos será disponibilizado para o Sinir, na forma do regulamento.

§ 8º A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não pode ser utilizada para impedir a instalação ou a operação de empreendimentos ou atividades devidamente licenciados pelos órgãos competentes.

§ 9º Nos termos do regulamento, o Município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assegurado que o plano intermunicipal preencha

os requisitos estabelecidos nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, pode ser dispensado da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.(...)

Do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art.

13;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama; (...)

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

Art. 21. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - descrição do empreendimento ou atividade;

II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

§ 1º O plano de gerenciamento de resíduos sólidos atenderá ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município, sem prejuízo das normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

§ 2º A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não obsta a elaboração, a implementação ou a operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 3º Serão estabelecidos em regulamento:

I - normas sobre a exigibilidade e o conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos relativo à atuação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

II - critérios e procedimentos simplificados para apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte, assim consideradas as definidas nos [incisos I e II do art. 3º da Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006](#), desde que as atividades por elas desenvolvidas não gerem resíduos perigosos.

Art. 22. Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nelas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, será designado responsável técnico devidamente habilitado.

Art. 23. Os responsáveis por plano de gerenciamento de resíduos sólidos manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do Sisnama e a outras autoridades, informações completas sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade.

(...)§ 1º Nos empreendimentos e atividades não sujeitos a licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe à autoridade municipal competente.

§ 2º No processo de licenciamento ambiental referido no § 1º a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama, será assegurada oitiva do órgão municipal competente, em especial quanto à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

DAS RESPONSABILIDADES DOS GERADORES E DO PODER PÚBLICO

Art. 25. O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento.

Art. 26. O titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observados o respectivo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a [Lei nº 11.445, de 2007](#), e as disposições desta Lei e seu regulamento.

Art. 27. As pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente na forma do art. 24.

§ 1º A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos.

§ 2º Nos casos abrangidos pelo art. 20, as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, observado o disposto no § 5º do art. 19.

Art. 28. O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo art. 33, com a devolução.

Art. 29. Cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. Os responsáveis pelo dano ressarcirão integralmente o poder público pelos gastos decorrentes das ações empreendidas na forma do **caput**.

Seção II

Da Responsabilidade Compartilhada

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Art. 31. Sem prejuízo das obrigações estabelecidas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos e com vistas a fortalecer a responsabilidade compartilhada e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange:

I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:

a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada;

b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;

II - divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;

III - recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do art. 33;

IV - compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa.

Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§ 1º Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm;

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§ 2º O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no **caput**.

§ 3º É responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que:

I - manufatura embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens;

II - coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: (...)

§ 1º Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no **caput** serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas (...)

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º.

(...)
§ 7º Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade.

Art. 34. Os acordos setoriais ou termos de compromisso referidos no inciso IV do **caput** do art. 31 e no § 1º do art. 33 podem ter abrangência nacional, regional, estadual ou municipal.

§ 1º Os acordos setoriais e termos de compromisso firmados em âmbito nacional têm prevalência sobre os firmados em âmbito regional ou estadual, e estes sobre os firmados em âmbito municipal.

§ 2º Na aplicação de regras concorrentes consoante o § 1º, os acordos firmados com menor abrangência geográfica podem ampliar, mas não abrandar, as medidas de proteção ambiental constantes nos acordos setoriais e termos de compromisso firmados com maior abrangência geográfica.

Art. 35. Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e na aplicação do art. 33, os consumidores são obrigados a:

I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;

II - disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Parágrafo único. O poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva referido no **caput**, na forma de lei municipal.

Art. 36. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

II - estabelecer sistema de coleta seletiva;

III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

IV - realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;

V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;

VI - dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

§ 1º Para o cumprimento do disposto nos incisos I a IV do **caput**, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação.

§ 2º A contratação prevista no § 1º é dispensável de licitação, nos termos do [inciso XXVII do art. 24 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993](#).

(...)

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;

II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;

III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;

IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do **caput** do art. 11, regional;

V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;

VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;

VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;

VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Art. 43. No fomento ou na concessão de incentivos creditícios destinados a atender diretrizes desta Lei, as instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados de acesso dos beneficiários aos créditos do Sistema Financeiro Nacional para investimentos produtivos.

Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da [Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000](#) (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:

I - indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;

II - projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;

III - empresas dedicadas à limpeza urbana e a atividades a ela relacionadas.

Art. 45. Os consórcios públicos constituídos, nos termos da [Lei nº 11.107, de 2005](#), com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Art. 46. O atendimento ao disposto neste Capítulo será efetivado em consonância com a [Lei Complementar nº 101, de 2000](#) (Lei de Responsabilidade Fiscal), bem como com as diretrizes e

objetivos do respectivo plano plurianual, as metas e as prioridades fixadas pelas leis de diretrizes orçamentárias e no limite das disponibilidades propiciadas pelas leis orçamentárias anuais.

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento **in natura** a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV - outras formas vedadas pelo poder público.

§ 1º Quando decretada emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto pode ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e, quando couber, do Suasa.

§ 2º Assegurada a devida impermeabilização, as bacias de decantação de resíduos ou rejeitos industriais ou de mineração, devidamente licenciadas pelo órgão competente do Sisnama, não são consideradas corpos hídricos para efeitos do disposto no inciso I do **caput**.

Art. 48. São proibidas, nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos, as seguintes atividades:

I - utilização dos rejeitos dispostos como alimentação;

II - catação, observado o disposto no inciso V do art. 17;

III - criação de animais domésticos;

IV - fixação de habitações temporárias ou permanentes;

V - outras atividades vedadas pelo poder público.

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reúso, reutilização ou recuperação.

Art. 50. A inexistência do regulamento previsto no § 3º do art. 21 não obsta a atuação, nos termos desta Lei, das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

(...)Art. 53. O § 1º do art. 56 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 56.

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no **caput** ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento.

.....” (NR)

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 55. O disposto nos [arts. 16](#) e [18](#) entra em vigor 2 (dois) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 56. A logística reversa relativa aos produtos de que tratam os incisos V e VI do **caput** do art. 33 será implementada progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento.

Art. 57. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 2 de agosto de 2010; 189º da Independência e 122º da República.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Rafael Thomaz Favetti

Guido Mantega

José Gomes Temporão

Miguel Jorge

Izabella Mônica Vieira Teixeira

João Reis Santana Filho

Marcio Fortes de Almeida

Alexandre Rocha Santos Padilha

Este texto não substitui o publicado no DOU de 3.8.2010

ANEXO B
TABELAS

Tabela 1B - Área de Terreno(Em m²), por Uso, no Município de Londrina - 2010

DISCRIMINAÇÃO	SEM USO	AGROPECUÁRIA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMÉRCIO /SERVIÇOS	ESPORTE/ DIVERSÃO	SAÚDE	ENSINO	CULTURA	TEMPLO	TOTAL
Espírito Santo	36 014	-	26 808	-	-	-	-	1 350	-	2 933	67 106
Guaravera	133 944	-	228 885	-	28 470	193	709	1 350	-	4 338	397 890
Irerê	233 385	-	226 881	130 766	15 926	83 937	7 661	11 589	-	19 796	729 944
Lerroville	215 697	-	215 601	-	36 491	11 427	-	4 653	299	9 420	493 590
Londrina – Sede	48 581 766	-	35 434 197	2 136 670	5 875 472	1 903 613	390 701	1 968 587	135 066	520 004	96 946 080
Maravilha	284 151	-	128 571	-	8 439	-	-	2 340	-	5 091	428 593
Paiquerê	123 798	-	134 754	-	13 654	-	419	9 277	-	6 776	288 680
São Luiz	147 730	-	66 060	576	8 943	-	1 399	2 304	-	3 086	230 100
Warta	382 596	-	190 525	12 500	49 508	803	3 648	7 297	-	6 631	653 511
Total	50 139 085	-	36 652 284	2 280 513	6 036 907	1 999 974	404 539	2 008 749	135 366	578 078	100 235 498

Fonte: Perfil de Londrina – SEPLAN (2011, p. 194).

Tabela 2B - Área Construída, por Uso, no Município de Londrina - 2010

DISCRIMINAÇÃO	SEM USO	AGROPECUÁRIA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMÉRCIO /SERVIÇOS	ESPORTE/ DIVERSÃO	SAÚDE	ENSINO	CULTURA	TEMPLO	TOTAL
Espírito Santo	-	-	2 323	-	-	-	-	252	-	699	3 275
Guaravera	-	-	31 623	-	7 050	54	246	470	-	1 547	40 993
Irerê	-	-	19 394	22 923	2 419	816	137	960	-	1 478	48 129
Lerroville	-	-	22 993	-	4 384	41	-	425	59	1 337	29 241
Londrina – Sede	-	-	16 098 246	625 838	4 694 821	127 417	215 964	467 340	29 692	203 891	22 463 213

197

Maravilha	-	-	8 846	-	888	-	-	414	-	655	10 805
Paiquerê	-	-	21 410	-	4 590	-	279	483	-	1 262	28 024
São Luiz	-	-	9 940	19	1 810	-	189	378	-	531	12 868
Warta	-	-	34 269	738	10 316	432	250	1 000	-	1 340	48 348
Total	0	0	16 249 047	649 520	4 726 281	128 763	217 067	471 725	29 752	212 743	22 684 901

⁽¹⁾ Foi constatado que imóveis que contenha alguma benfeitoria necessariamente terá que ser caracterizado com um tipo de construção não sendo indicado como área sem uso.

Fonte: Perfil de Londrina – SEPLAN (2011, p. 195).

Tabela 3B - Número de Unidades, por Uso, no Município de Londrina – 2010

DISCRIMINAÇÃO	SEM USO	AGROPECUÁRIA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMÉRCIO /SERVIÇOS	ESPORTE/ DIVERSÃO	SAÚDE	ENSINO	CULTURA	TEMPLO	TOTAL
Espírito Santo	73	-	158	1	24	-	1	1	-	3	261
Guaravera	161	-	519	-	74	2	1	2	-	5	764
Irerê	228	-	304	12	19	6	2	4	-	8	583
Lerrovile	233	-	450	-	41	1	-	3	1	7	736
Londrina – Sede	39 691	-	154 376	635	21 389	271	309	501	30	606	217 808
Maravilha	153	-	122	-	11	1	1	1	-	4	293
Paiquerê	69	-	324	-	32	-	1	2	-	5	433
São Luiz	65	-	54	-	-	-	-	-	-	3	122
Warta	255	-	430	1	59	1	1	2	-	8	757
Total	40 928	0	156 737	649	21 649	282	316	516	31	649	221 757

Fonte: Perfil de Londrina SEPLAN (2011, p. 196)

ANEXO C

MEMÓRIA DE CALCULO VERDES

Dados Iniciais

Nome do cálculo - LONDRINA - PR
 Número de habitantes = 506671
 Valor do salário mínimo = R\$ 622
 Cotação do dólar = R\$ 2.02
 Quantidade de lixo gerado por habitante por dia da Região em estudo. = .80Kg
 Custo da reciclagem por tonelada = R\$ 505
 Custo evitado com a coleta (por tonelada) = R\$ 121.2

Preço de Mercado dos produtos reciclados

Preço de venda da lata de alumínio em toneladas = R\$ 3636
 Preço de venda do vidro em toneladas = R\$ 181.8
 Preço de venda do papel em toneladas = R\$ 303
 Preço de venda do plástico em toneladas = R\$ 707
 Preço de venda da lata de aço em toneladas = R\$ 303

Água e Óleo

Consumo de óleo de cozinha por habitante/mês em litros = 0.75
 Consumo de água por habitante/dia em litros = 150

Índice de reciclagem dos resíduos sólidos.

Lata de alumínio = 95%
 Vidro = 46%
 Papel e papelão = 45%
 Lata de aço = 47%
 Plástico = 32%

Composição dos resíduos no lixo e /ou consumo per capita.

Lata de alumínio = 4.5 Unidades/mês
 Vidro = 4%
 Papel e papelão = 26%
 Lata de aço = 4 Kg/ano
 Plástico = 7%
 Orgânico = 49%

Viabilidade Econômica da Reciclagem de Resíduos Sólidos (Urbano) - Macro Ambiental

Lixo gerado por habitante (orgânico e inorgânico)

Lixo gerado por dia em kilos = 0,8
 Lixo gerado por mês em kilos = 24
 Lixo gerado por ano em kilos = 288

Total de lixo gerado (orgânico e inorgânico)

Lixo gerado por dia em toneladas = 405
 Lixo gerado por mês em toneladas = 12.160
 Lixo gerado por ano em toneladas = 145.921

Economia obtida com a reciclagem (dos 5 resíduos)

Economia possível por mês = R\$ 7.474.757,00
 Economia obtida por mês = R\$ 2.811.477,00
 Economia possível por ano = R\$ 89.697.088,00
 Economia obtida por ano = R\$ 33.737.725,00
 Empregos de 1 S.M. potenciais a serem gerados = 12.017
 Empregos de 1 S.M. gerados = 4.520

Economia perdida pela não-reciclagem (dos 5 resíduos)

Economia perdida por mês = R\$ 4.663.280,00
 Economia perdida por ano = R\$ 55.959.363,00
 Empregos perdidos de 1 S.M. = 7.497

Viabilidade da Reciclagem de Resíduos Sólidos (Urbano) - Mercado*Resultado Anual*

Latas de Alumínio = R\$ 1.551.916,00
 Vidro = R\$ 1.061.139,00
 Papel e Papelão = R\$ 11.495.675,00
 Plástico = R\$ 7.221.642,00
 Latas de Aço = R\$ 614.085,00

Resultado em Toneladas

Latas de Alumínio = 426
 Vidro = 5.836
 Papel e Papelão = 37.939
 Plástico = 10.214
 Latas de Aço = 2.026
 Total geral de toneladas por mês = 4.703
 Total geral de toneladas por ano = 56.444

Preço Médio de Venda por Tonelada dos Resíduos = R\$ 388,00
 Resultado Econômico Total Potencial a ser Conseguído com a Reciclagem dos 5 principais resíduos por ano = R\$ 21.944.459,00
 Resultado Econômico Total Potencial a ser Conseguído com a Reciclagem dos 5 principais resíduos por mês = R\$ 1.828.704,00
 Empregos potenciais a serem gerados de 1 S.M./mês = 2.940

Resultados Finais

Economia obtida anualmente pela reciclagem

Custo da reciclagem = R\$ 12.314.118,00
 Custo evitado com a coleta = R\$ 2.955.388,00
 Ganho de energia elétrica = R\$ 11.351.762,00
 Ganho de matéria-prima = R\$ 27.685.822,00
 Ganho de água = R\$ 4.058.870,00
 Total = R\$ 33.737.725,00

Economia perdida anualmente pela não-reciclagem

Custo da reciclagem = R\$ 16.190.286,00
 Custo evitado com a coleta = R\$ 3.885.668,00
 Ganho de energia elétrica = R\$ 14.761.826,00
 Ganho de matéria-prima = R\$ 48.544.223,00
 Ganho de água = R\$ 4.957.931,00
 Total = R\$ 55.959.363,00

Nota: A economia obtida de energia elétrica, matéria-prima e água corresponde aos seguintes recursos naturais: bauxita, madeira, ferro gusa, areia e petróleo.

Economia Possível (ou Potencial) de ser conseguida anualmente com a reciclagem
 = R\$ 89.697.088,00

Balanço Ambiental

Ganhos ambientais com a reciclagem

Economia de bauxita (alumínio) em toneladas = 2.027
 Economia de areia, barrilha, calcário e feldspato (vidro) em toneladas = 3.221
 Média de árvores poupadas (papel e papelão) = 341.455
 Economia de minério de ferro (aço) em toneladas = 1.085
 Economia de petróleo (plástico) em barris = 245

Perdas ambientais com a não-reciclagem

Perda de bauxita (alumínio) em toneladas = 106
 Perda de areia, barrilha, calcário e feldspato (vidro) em toneladas = 3.782
 Média de árvores cortadas (papel e papelão) = 417.334
 Perda de minério de ferro (aço) em toneladas = 1.224
 Perda de petróleo (plástico) em barris = 520

Latas de Alumínio

Consumo anual de latas = 27.360.234
 Peso total em toneladas = 426

Economia obtida com a reciclagem

Total reciclado em toneladas = 405
Economia de matéria-prima = R\$ 122.860,00
Economia de energia elétrica por ano = R\$ 858.218,00
Total geral proporcionado pela reciclagem = R\$ 981.078,00

Economia perdida pela não-reciclagem

Total não reciclado = 21
Economia de matéria-prima perdida = R\$ 6.466,00
Economia de energia perdida por ano = R\$ 45.169,00
Total geral perdido pela não-reciclagem = R\$ 51.635,00

Vidro

Quantidade de vidro no lixo por ano = 5.836

Economia obtida com a reciclagem

Total reciclado em toneladas = 2.684
Economia de matéria-prima = R\$ 325.416,00
Economia de energia por ano = R\$ 215.208,00
Total geral proporcionado pela reciclagem = R\$ 540.624,00

Economia perdida pela não-reciclagem

Total não reciclado = 3.151
Economia de matéria-prima perdida = R\$ 382.010,00
Economia de energia elétrica perdida por ano = R\$ 252.636,00
Total geral perdido pela não-reciclagem = R\$ 634.646,00

Papel e Papelão

Quantidade de papel e papelão no lixo por ano (em toneladas) = 37.939

Economia obtida com a reciclagem

Total reciclado em toneladas = 17.072
Economia de matéria-prima = R\$ 10.346.108,00
Economia de água por ano = R\$ 4.028.084,00
Economia de energia elétrica por ano = R\$ 7.505.066,00
Total geral proporcionado pela reciclagem = R\$ 21.879.260,00

Economia perdida pela não-reciclagem

Total não reciclado = 20.866
Economia de matéria-prima perdida = R\$ 12.645.243,00

Economia de água perdida por ano = R\$ 4.923.214,00
Economia de energia elétrica perdida por ano = R\$ 9.172.859,00
Total geral perdido pela não-reciclagem = R\$ 26.741.317,00

Latas de Aço

Consumo anual de latas de aço (em toneladas) = 2.026

Economia obtida com a reciclagem

Total reciclado em toneladas = 952
Economia de matéria-prima = R\$ 384.826,00
Economia de água por ano = R\$ 30.786,00
Economia de energia elétrica por ano = R\$ 603.639,00
Total geral proporcionado pela reciclagem = R\$ 1.019.252,00

Economia perdida pela não-reciclagem

Total não reciclado = 1.074
Economia de matéria-prima perdida = R\$ 433.953,00
Economia de água perdida por ano = R\$ 34.716,00
Economia de energia elétrica perdida por ano = R\$ 680.699,00
Total geral perdido pela não-reciclagem = R\$ 1.149.369,00

Plástico

Quantidade de plástico no lixo por ano (em toneladas) = 10.214

Economia obtida com a reciclagem

Total reciclado em toneladas = 3.268
Economia de matéria-prima = R\$ 16.506.611,00
Economia de energia elétrica por ano = R\$ 2.169.629,00
Total geral proporcionado pela reciclagem = R\$ 18.676.240,00

Economia perdida pela não-reciclagem

Total não reciclado = 6.945
Economia de matéria-prima perdida = R\$ 35.076.549,00
Economia de energia elétrica perdida por ano = R\$ 4.610.461,00
Total geral perdido pela não-reciclagem = R\$ 39.687.011,00

Orgânico / Água / Óleo

Lixo orgânico total gerado por dia em toneladas = 198
Lixo orgânico total gerado por mês em toneladas = 5.958
Lixo orgânico total gerado por ano em toneladas = 71.501

Total de energia potencial a ser gerada por dia em Megawatts = 3
Total de energia potencial a ser gerada por mês em Megawatts = 119
Total de energia potencial a ser gerada por ano em Megawatts = 1.430

Água consumida por dia pelos habitantes em litros = 76.000.650
Água consumida por mês pelos habitantes em litros = 2.280.019.500
Água consumida por ano pelos habitantes em litros = 27.360.234.000

Óleo consumido por mês pelos habitantes em litros = 380.003
Óleo consumido por ano pelos habitantes em litros = 4.560.039

Entulho

Entulho gerado por habitante

Entulho gerado por dia em kilos = 1,3
Entulho gerado por mês em kilos = 39
Entulho gerado por ano em kilos = 468

Total de entulho gerado

Total de entulho gerado por dia em toneladas = 405
Total de entulho gerado por mês em toneladas = 12.160
Total de entulho gerado por ano em toneladas = 145.921